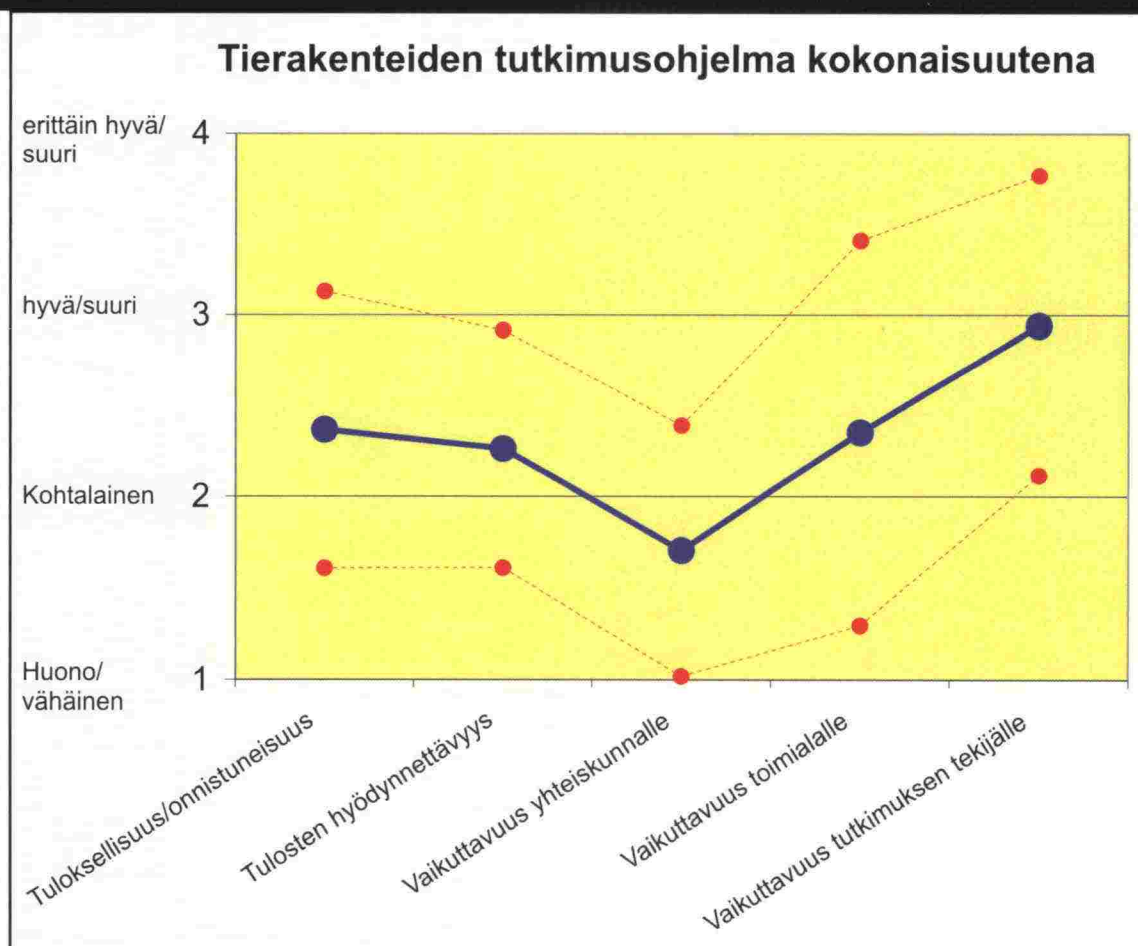


Markku Vesa

Tierakenteiden tutkimusohjelman arviointi ja infra-alan T&K -toiminnan edistäminen

Tiehallinnon selvityksiä 57/2002



Markku Vesa

**Tierakenteiden tutkimusohjelman arviointi ja
infra-alan T&K -toiminnan edistäminen**

Tiehallinnon selvityksiä 57/2002

ISSN 1457-9871
ISBN 951-726-965-X
TIEH 3200789

ISSN 1459-1553 (www.tiehallinto.fi)
ISBN 951-726-966-8 (www.tiehallinto.fi)
TIEH 3200789-v (www.tiehallinto.fi)

Multiprint Oy
Vaasa 2003

Julkaisua myy/saatavana:
Tiehallinto, julkaisumyynti
Telefaksi 0204 22 2652
E-mail: julkaisumyynti@tiehallinto.fi

TIEHALLINTO
Tekniset palvelut
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 150

Asiasanat: Tierakenteet, tutkimus- ja kehittäminen

Aiheluokka: 00, 01

Tiivistelmä

Tierakenteiden tutkimusohjelma (S4) toteutettiin 1994-2001. Sen pääosan muodosti tien pohja- ja päällysrakenteiden tutkimusprojekti (TPPT), jonka kustannusosuus ulkopuolisista tutkimustoimeksiannoista oli n. 85%. TPPT:n ohella tutkimusohjelmaan sisältyi useita muita pienempiä erillisprojekteja, joilla oli TPPT:n kanssa yhteneväiset tavoitteet.

TPPT:n toteutuksesta vastasi Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) Tielaitoksen toimeksiantona ja rahoittamana. Tutkimusohjelman johtoryhmänä toimi tielaitoksen, korkeakoulujen ja eräiden muiden toimijatahojen edustajista koottu johtoryhmä ja sen asioita valmistelevana elimenä työvaliokunta, jonka jäsenet edustivat tiehallinnon ja tiepiirien asiantuntemusta.

Tiehallinto on yhteistyössä Tekesin kanssa halunnut teettää arvioinnin ohjelman tuloksellisuudesta ja toteutuksesta. Samassa yhteydessä on haluttu kartoittaa alan sidosryhmien mielipiteitä siitä, miten infra-alan T&K-toimintaa voitaisiin tehostaa.

Haastateltujen asiantuntijoiden käsitykset Tierakenteiden tutkimusohjelman tuloksellisuudesta vaihtelevat voimakkaastikin riippuen erityisesti haastateltavan roolista ohjelman toteuttamisessa. Perusosaamisen ja tietämyksen tierakenteista ja niiden suunnittelusta koetaan kuitenkin kasvaneen ohjelman ansiosta. On syntynyt suuri määrä tietoa, josta alan sidosryhmät eivät vielä tiedä riittävästi. Useimpien haastateltujen mielestä ohjelman tulokset ovat kuitenkin korkeintaan kohtalaiset, erityisesti tehtyyn panostukseen verrattuna. Monilta osin tutkimusten koetaan jääneen kesken. Heikot tulokset erityisesti vaurioitumismallien kehittämisessä koetaan suurimmaksi epäonnistumiseksi. Ohjelman keskeisenä tavoitteena ollut osaamisen kehittäminen elinkaaripäätöksen tekoon ei toteutunut.

Laajan tutkimusohjelman johtamisen osalta ei ole välttämättä olemassa yhtä ja oikeaa mallia. Liian moniportaista ja raskasta ohjausorganisaatiota tulee kuitenkin välttää. Se heikentää dynaamista ohjausta ja reagointiherkkyyttä muutostarpeiden ilmaantuessa. Väliarviointien tekeminen on pitkissä ohjelmissa välttämätöntä. Tarvittaessa ohjel-

man tavoitteita, sisältöä ja toteutustapaa on rohkeastikin muutettava väliarviointien pohjalta.

Tutkimustulosten tehokas hyödyntäminen edellyttää aina implementointisuunnitelman laatimista. Pitkän ohjelman aikana olisi suotavaa, että tuloksia otetaan käyttöön ja järjestetään koulutusta ohjelman kuluessa. Tutkimusraporttien kautta tieto leviää varsin huonosti. Tuloksia voidaan tehokkaasti käyttää hyväksi mm. niiden pohjalta kehitettyjen mitoitushjelmien, ohjeiden ja standardien muodossa. Pilottiprojektit koetaan hyvänä tapana viedä tuloksia käytäntöön.

Infra-alalla ei ole mekanismeja, jonka avulla yritykset saataisiin kattavasti mukaan rahoittamaan alan yhteisiä kehityshankkeita. Alan yrityskehittäminen on liian heterogeeninen. Jotta yritysten mielenkiinto saadaan herätettyä, pitää hankkeiden tuloksena olla markkinapotentiaalia tai muuta selkeää taloudellista hyötyä saavutettavissa. T&K-toimintaan osallistumalla yritykset voivat nostaa henkilökuntansa osaamistasoa ja myös lisätä motivaatiota.

Alan yhteisten T&K-resurssien yhdistäminen ja yhteistyön kehittäminen eri sidosryhmien välillä ehdotetaan tehtäväksi esim. MANK:in koordinoimana. On ehdotettu erityisesti MANK:n liittämistä RT:n alaisuuteen ja alan yhteisen T&K-rahaston perustamista MANK:n koordinoitavaksi. Rahastoa voitaisiin kartuttaa esim. siirtämällä sinne tietty osa alan julkisten urakoiden arvosta (n. 1 %) ja jäsenyritysten palkkasummista. Tästä ehdotuksesta ja yleisemminkin infra-alan yhteisen tutkimus- ja kehitystoiminnan edistämisestä tulee alan sisällä esim. sen eri järjestöjen piirissä käydä keskustelua ja työstää esitettyjen ajatusten pohjalta konkreettinen toimintamalli.

Tiehallinnon ei toivota jättävän keskeistä rooliaan alan kehitystoiminnan veturina. Muutokset Tiehallinnon teknologiakehityksen uudelleen suuntaamisessa tulee toteuttaa asteittain, jotta tarpeellinen kulttuuri- ja asennemuutos alan yrityksissä saadaan syntymään. Tavoitteena olevaan T&K-vas-
tuun siirtämiseen alan urakoitsijoille ei lyhyellä aikajänteellä uskota.

Liikenne- ja viestintäministeriön toivotaan ottavan vahvemman roolin alan tutkimustoiminnan koordinoimisessa ja rahoituksessa. Alan keskeisten viranomaisten on tavalla tai toisella pyrittävä huolehtimaan riittävän perustutkimustason säilyttämisestä Suomessa, joka on nykykehityksen valossa vaarassa kuihtua kokonaan.

Asiantuntijoiden ja ammattitaitoisten tutkijoiden puutteen pelätään jarruttavan alan tulevaa T&K-toimintaa. Alalle on luotava VTT:n lisäksi 1-2 osaa-

miskeskusta tutkimusresurssien ja tutkimuksen tason varmistamiseksi.

Jotkut haastatelluista ovat Tekesin Infra-teknologiaohjelmaan ja sen tavoitteisiin suhteellisen tyytyväisiä. Monet esittävät kuitenkin voimakastakin kritiikkiä. Alan odotusten ja toteutuman välillä näyttää vallitsevan ristiriita. Useimpien mielestä Infra-teknologiaohjelmaa on arvioitava uudelleen, tarkistettava sen strategia, fokusoitava tavoitteet ja lisättävä hankkeiden konkretiaa.

Esipuhe

Tierakenteiden tutkimusohjelma (S4) toteutettiin 1994-2001. Sen pääosan muodosti tien pohja- ja päällysrakenteiden tutkimusprojekti (TPPT), jonka kustannusosuus ulkopuolisista tutkimustoimeksiantoista oli n. 85%. TPPT:n ohella tutkimusohjelmaan sisältyi useita muita pienempiä erillisprojekteja, joilla oli TPPT:n kanssa yhteneväiset tavoitteet.

Tierakenteiden tutkimusohjelman päävaiheet olivat:

1. TPPT-ohjelma

1992 - 1993	Tutkimussuunnittelu
1994	Ohjelman käynnistäminen
1994 - 1999	Laboratoriotutkimukset
1995 - 1999	Koerakenteiden rakentaminen 19 kohteeseen
1997 -	HVS-NORDIC kokeet yhteistyössä Ruotsin kanssa
2001 - 2002	TPPT-suunnittelujärjestelmä, menetelmäkuvaukset, mitoitushjeet ja yhteenvetoraportti

2. Muut projektit

1995	Kestävän kehityksen rakenneideakilpailu
1997 - 1999	Painumalaskentakilpailu
1999 - 2001	Kevytpäällysteisten teiden projektin käynnistäminen
1999 - 2002	REFLEX-teräsverkkoprojekti
2002	Yhteenvetoraportti

TPPT:n toteutuksesta vastasi Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) Tielaitoksen toimeksiantona ja rahoittamana. TPPT:n projektipäällikkönä VTT:ssä toimi aluksi (1994-97) prof. Asko Saarela ja loppuaikana (1998-2001) tutkimusprofessori Markku Tammirinne. Tielaitoksen (Tiehallinnon) puolesta koko tutkimusohjelman vastuuhenkilönä toimi koko sen toteutuksen ajan Aarno Valkeisenmäki.

Tutkimusohjelman johtoryhmänä toimi Tielaitoksen, korkeakoulujen ja eräiden muiden toimijatahojen edustajista koottu johtoryhmä. Johtoryhmän asioita valmistelevana elimenä toimi työvaliokunta, jonka jäsenet edustivat Tiehallinnon ja tiepiirien asiantuntemusta. Johtoryhmän ja työvaliokunnan puheenjohtajana toimi vuodesta 1998 lähtien ohjelman loppuun saakka Jukka Isotalo ja ennen häntä Jarkko Saisto ja Matti-Pekka Rasilainen.

Tiehallinto on yhteistyössä Tekesin kanssa halunnut teettää arvioinnin ohjelman tuloksellisuudesta ja toteutuksesta. Saadun palautteen perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä ja toimenpiteitä tulevien kehitysprojektien ja -ohjelmien toteutuksen parantamiseksi. Samassa yhteydessä on haluttu kartoittaa alan sidosryhmien mielipiteitä siitä, miten infra-alan T&K-toimintaa voitaisiin tehostaa. Liitteenä 1 on luettelo haastatelluista asiantuntijoista. Tekesin Infra-teknologiaohjelman pyynnöstä on selvitelty myös näkemyksiä tämän käynnissä olevan teknologiaohjelman tavoitteista ja toteutuksesta. Arvioinnin taustaksi tehdyistä alan asiantuntijoiden haastatteluista ja yhteenvetoraportin kirjoittamisesta on vastannut tekn. lis. Markku Vesa Eurodevo Oy:stä.

Tässä yhteenvetoraportissa on aluksi kuvattu lyhyesti tutkimusohjelman sisältöä ja sen eräitä projekteja referoimalla Tierakenteiden tutkimusohjelman yhteenvetoraporttia (Tiehallinnon selvityksiä 36/2002). Sen jälkeen on yhteenvedot haastatteluissa esitettyihin kysymyksiin saaduista vastauksista ja niiden perustella laaditut johtopäätökset.

Tiehallinto haluaa kiittää lämpimästi kaikkia arviointiin panoksensa antaneita henkilöitä.

Tiehallinto

Sisällysluettelo

1. Tierakenteiden tutkimusohjelman pääsisältö	9
1.1 Tierakenteiden tutkimusohjelman tavoitteet	9
1.2 TPPT-projektin sisältö ja tulokset	10
• TPPT-suunnittelujärjestelmä	11
1.3 Muut projektit	12
• Kestävän kehityksen rakenneideakilpailu	12
• Painumalaskentakilpailu	12
• REFLEX-teräsverkko projekti	12
• Teollisuuden sivutuotteiden käytön ja elinkaariarvioinnin kehittäminen	12
• Temmeksen instrumentoitu koetie	12
• Kevytpäälysteisten teiden projekti	12
• Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto	12
• MnRoad yhteistyö	12
2. Tierakenteiden tutkimusohjelman arviointi	13
2.1 Ohjelman tuloksellisuus	13
2.1.1 Ohjelman tavoitteiden realistisuus ja selkeys	13
2.1.2 Ohjelman tulostavoitteiden toteutuminen - tulosten hyödynnettävyys käytännön toiminnassa	13
2.1.3 Osaprojektien onnistuneisuus	16
2.1.4 Tulosten implementointi	18
2.1.5 Jatkotutkimus- ja jatkokehitystarve	18
2.1.6 Ohjelman vaikutukset	20
• Yhteiskunnalle	20
• Toimialalle	20
• Alan tutkijoiden ja tutkimuslaitosten ammattitaidon nostamiseksi ja ylläpitämiseksi	21
2.2. Ohjelman toteutus	21
2.2.1 Ohjelman johtaminen	21
2.2.2 Tutkimusten toteuttajien valinta ja organisoituminen, yhteistyön toimivuus	22
3. Infra-alan T&K-toiminnan ja kehityskulttuurin edistäminen	23
3.1 Infra-alan tutkimushankkeiden organisoinnissa ja toteuttamisessa esiintyneitä/esiintyviä ongelmia	23
3.2 Julkisen sektorin tilaajien ja alan yrittäjien yhteistyön kehittäminen teknologian kehitystoiminnassa - Tiehallinnon rooli	24
3.3 Infra-alan kehitysstrategian, teknologiaohjelman ja sen tavoitteiden tarkistustarve - Tekesin rooli	26
3.4 Kansainvälisen yhteistyön merkitys infra-alan T&K-toiminnalle	27
4. Yhteenveto ja johtopäätöksiä	29
Liitteet	31

Liite 1 Haastatellut henkilöt

Liite 2 Haastateltujen henkilöiden arvio Tierakenteiden tutkimusohjelman tuloksellisuudesta ja vaikuttavuudesta kokonaisuutena asteikolla 1-4.

1 Tierakenteiden tutkimusohjelman pääsisältö

1.1 Tierakenteiden tutkimusohjelman tavoitteet

Tierakenteiden tutkimusohjelman yleisenä alkuperäisenä tavoitteena oli sekä uusien että peruskorjattavien teiden liikennöitävyyden parantaminen siten, että vuosikustannukset alenevat ja ympäristölle aiheutuvat haitat minimoituvat. Tutkimusohjelman alkuperäiset erityistavoitteet olivat:

1. Tienpidon taloudellisuuden parantaminen uusien teiden osalta 10 % ja parannettavien teiden osalta 5 % vuoden 1991 tasoon verrattuna vuosikustannusperiaatteella mitattuna. Vuosikustannuksissa otetaan huomioon rakennuskustannusten lisäksi tien koko elinkaaren aikana eri osapuolille syntyvät kustannukset.
2. Liikennöitävyyden parantaminen tien ennakkoimattomien virheiden ja vaurioiden parantamiskustannusten vähentyessä puoleen.
3. Ympäristöhaittojen vähentäminen pohjaveden suojelun sekä soramateriaalien käytön vähentämisen ja hukkamateriaalien käytön lisääntymisen tuloksena.

Tavoitteen 1 osalta todettiin kuitenkin ohjelman edetessä, että prosenttilukuina esitetyt tavoitteet on ymmärrettävä suuntaa antaviksi. Perusteena oli mm. se, että kustannusten vertailutasoa ei voida yksikäsitteisesti esittää. Myöskään ohjelman tulosten riittävän yksikäsitteiseen mittaamiseen niin, että tavoitteeseen vertaaminen ja varsinkin vuosikustannusperiaatteella tehty vertaaminen olisi mahdollista, ei todettu olevan menettelytapoja. Vertailua olisi sekoittanut myöskin yleinen tuottavuuden kasvu ja yleiset kustannustason muutokset näin pitkäkestoisen projektin aikana.

Tavoitteen 2 mukaisesta liikennöitävyydestä luovuttiin v. 1998. Tällöin sovittiin projektin johtoryhmässä, että Tiehallinto selvittää erikseen ennakkoimattomien rakennevaurioiden esiintymistiheyden mittaamistarpeen.

Tavoitetta 3 tarkistettiin kohta ohjelman käynnistyttyä rajaamalla pohjavesisuojausten kehittämi-

nen pois ohjelmasta. Tavoitteen 3. saavuttamiseksi "Tierakenteiden tutkimusohjelma" ja Tielaitos toimivat yhteistyössä TEKESin ympäristögeotekniikkaprojektin kanssa.

Ohjelman tavoitteet tarkistettiin ohjelman aikana seuraavaan muotoon:

- A. Vähennetään tierakenteiden vuosikustannuksia uusien teiden osalta ja parannettavien teiden osalta 5 %.
- B. Pienennetään ympäristöhaittoja vähentämällä soran käyttöä ja lisäämällä hukkamateriaalien käyttöä.
- C. Selvitetään päällystettyjen teiden vaurioitumismekanismit ja miten niihin voidaan vaikuttaa.

Ohjelman teknisessä raportissa 1997 täsmennettiin TPPT:n tutkimusstrategiaa seuraavasti: TPPT sisältää alkuperäisen tutkimussuunnitelman mukaan tutkimuksia, jotka liittyvät pohjasuhteiden karakterisoimiseen, päällys-, routa- ja pohjarakenteisiin ja niiden mitoitukseen sekä tuotannon ja suunnittelun laatuasioihin. TPPT:n strategia on saada näiden tutkimusten avulla erilaisten rakennusratkaisujen toimivuus erilaisissa, tarkoin määritetyissä olosuhteissa niin hyvin hallintaan, että rakenteiden kestävyys on ennustettavissa TPPT:ssä kehitetyillä kestoikämalleilla. Tätä prosessia kutsutaan TPPT:ssä toiminnalliseksi suunnittelujärjestelmäksi.

TPPT:n yksityiskohtaisemmat tulostavoitteet muotoiltiin seuraavasti (Tekninen raportti 1997):

- uudet kestoikämitoitussuunnitelmat, joiden parametrit ovat toiminnallisia
- uusi toiminnallinen suunnittelujärjestelmä, jolla voidaan optimoida eri tapauksiin edullisimmat ratkaisut
- toiminnallisten ominaisuuksien mittaus- ja tutkimusmenetelmät, joiden kattavuus on riittävä suunnittelun ja lopputuloksen luotettavuuden kannalta
- laadunohjaus ja laadunvarmistuskonsepti
- materiaali- ja kestoikämallit

Suunnittelujärjestelmän tuli sisältää myös vaihtoehtoisten rakenneratkaisujen elinkaaren aikaisten kustannusten arviointimenettely. Mitoitettujen rakenteiden elinkaarikustannuksiin perustuvat taloudellisuusvertailut toimisivat päätöksenteon tukena valittaessa kohteessa toteutettavaa rakenneratkaisua.

Teknisessä raportissa ja loppukauden (1999 – 2001) tutkimussuunnitelmassa esitettiin tiettyjä varauksia yksityiskohtaisista tulostavoitteista, koska perusmateriaalien ja pohjasuhteiden tutkimukset jäivät resurssipuutteen takia tavoiteltua suppeammaksi.

1.2 TPPT-projektin sisältö ja tulokset

Tien pohja- ja päällysrakenteet –tutkimusohjelman (TPPT) lopputulosten tavoitteena on entistä kestävämpien uusien ja perusparannettavien kestopäällystettyjen teiden rakentaminen siten, että myös rakenteiden vuosikustannukset alenevat. Projektien tavoitteena on ollut rakenteiden suunnittelun ja mitoituksen kehittäminen niin, että niistä saataisiin entistä kestävämpiä ja niiden toiminta olisi etukäteen arvioitu koko eliniän ajaksi.

TPPT-ohjelman tuloksena laadittiin TPPT-suunnittelujärjestelmä, jonka periaatekaavio on esitetty kuvassa. Suunnittelujärjestelmään kuuluvissa mitoitusohjeissa ja menetelmäkuvaauksissa esitetään ne menettelytavat ja keinot, joita käyttäen tierä-

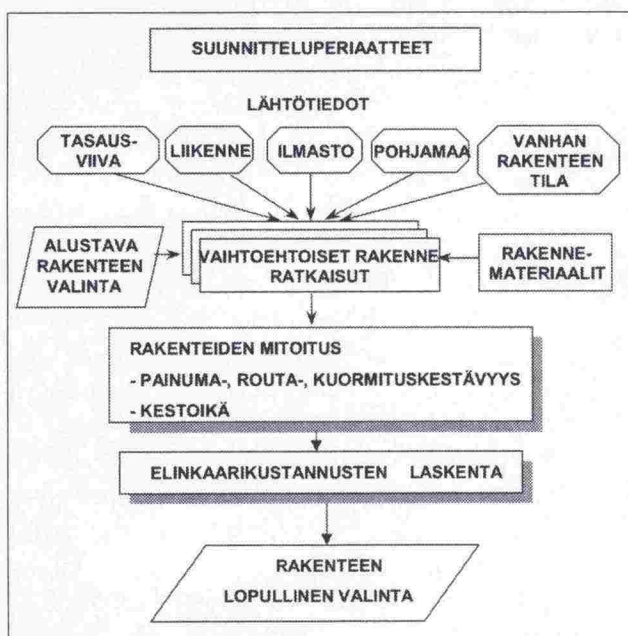
kenne voidaan kohdekohtaisesti suunnitella ja mitoittaa painuman, roudan ja kuormituskestävyyden hallitsemiseksi. Suunnittelujärjestelmä sisältää myös vaihtoehtoisten päällysrakennerrakennerratkaisujen elinkaaren aikaisten kustannusten arviointimenettelyn.

Uusia rakenteita kehitettiin TPPT-ohjelmaan liittyvissä koerakennuskohteissa ja myös HVS-koetiekoneella. TPPT-koerakenteiden tarkoituksena on ollut tutkimusohjelmassa kehitettyjen rakenteiden testaus käytännössä täysimittakaavaisesti. Vuosina 1995-99 rakennettiin 19 koerakennekohdetta, joissa on kokeiltu erilaisia rakenne- ja materiaaliratkaisuja teillä ja kevyen liikenteen väylillä. Koerakentamisella tutkittiin kuormituskestävyyden ja routakestävyyden rakenteiden tasaisuuden muuttumista ja vaurioitumista todellisessa kuormitus-tilanteessa ja ilmastorasituksessa, käytettyjen materiaalien käyttäytymistä todellisessa kuormitus-tilanteessa ja ilmastorasituksessa ja kehitettyjen mitoitusmenetelmien ja käyttäytymismallien käytökelpoisuutta.

Koerakenteiden suunnittelussa, rakentamisessa ja rakenteissa tehtyjen mittausten ja havaintojen avulla myös verifioitiin kehittyjä menetelmäkuvaauksia.

Routasuojauskohteissa tutkittiin palaturverakenteita, masuunihiekkarakennetta ja LD-teräskuorarakennetta. Lujiterakenteissa tutkittiin teräsvierkkorakenteita, geoprofiilirakenteita, geosyntetisiä lujiteverkkoja sekä lujite- ja teräsvierkkorakenteiden yhteydessä. Alusrakenteen homogenisointia ja stabilointia toteutettiin sementtistabilointina ja Finnstabi-kalkkistabilointina. Seosmoreenirakenteissa vanhan tien rakennekerrokset ja penger käytettiin hyväksi moreenin jalostamisessa. Kuormituskestävyyssrakenteissa tutkittiin bitumistabilointia, komposiittirakenteita ja gilsoniittirakennetta. Yhdessä kohteessa tutkittiin kivihiilenpolton lentotuhkaa kantavassa kerroksessa.

Kohteiksi valittiin tiepiirien toimenpideohjelmissa vuosina 1995-1999 olleita hankkeita ottamalla huomioon parantamistarpeen syyt (kantavuus, routa) sekä eri ilmastoalueet ja tieluokat. Koerakentamisohjelmassa toteutettiin ja tutkittiin rakenneratkaisuja sekä uusia että uudelleen rakennettavia ja parannettavia teitä varten. Koerakenteet



Kuva 1. TPPT-suunnittelujärjestelmän periaatekaavio.

on tehty piirin normaalin rakentamisen ohessa niin, että koekohteeseen on tullut aina referenssiksi piirin tavanomaisen rakentamiskäytännön mukainen rakenne. Koerakennuskohteista on laadittu kaikki seurantavuodet kattavat erilliset loppuraportit, joissa on esitetty arvio rakenteiden pitkäaikaisesta toimivuudesta ja käyttökelpoisuudesta.

Materiaalitutkimukset TPPT:ssä kohdistettiin vain hyvin rajoitettuun määrään materiaaleja. Vain eräiden komposiittimateriaalien osalta toteutettiin koko "tuotekehitysketju" materiaalin suhteutuksesta aina materiaalien toiminnan selvittämiseen koerakenteissa. Myös bitumilla stabiloituja materiaaleja sekä sementillä sidottua murskattua moreenia tutkittiin alustavilla laboratoriokokeilla. Moreenin käyttöä koskevat jatkotutkimukset ja materiaalin kehittäminen tuotantoon soveltuvaksi siirtyivät tielaitoksen omaksi tehtäväksi. Sitomattomista rakennekerrosten materiaaleista TPPT:ssä tutkittiin vain karkeita murskeita. TPPT:n materiaalitutkimusten tuloksia kuormituskestävyysmitoituksen näkökulmasta on käsitelty erillisessä TPPT-raporteissa.

TPPT-suunnittelujärjestelmä

TPPT-suunnittelujärjestelmässä suunniteltava tiekohde jaetaan painuman ja routimisen, perusrannettavassa kohteessa myös vanhan tien kuormituskestävyyden kannalta homogeenisiin osuuksiin ja rakenteet mitoitetaan painuma, routanousu ja kuormituskestävyys huomioonottaen. TPPT-suunnittelujärjestelmän painuman laskenta, routamitoitus ja kuormituskestävyysmitoitus on esitetty menetelmäkuvauksina.

Painuman laskennalla haetaan ensin ne kohdat tielinjalla, joissa painuminen ylittää painumakriteerit (painumaerot, kulmakiertymät). TPPT:ssä kehitettyyn TSARPIX- ohjelmaan perustuva tien pituussuuntaisen painumaprofiilin laskentamenetely soveltuu sekä uusien teiden suunnitteluun että vanhojen teiden perusrantamisen suunnitteluun kaikissa tieluokissa.

Routamitoitus perustuu rakennepaksuuksien tai routaeristuksen mitoittamiseen niiden lämmönjohtavuuden, pohjamaan routivuuden, pakkasmäärän ja routanousukriteerin perusteella. Eri tavalla routasuojattujen rakennevaihtoehtojen valinnassa voidaan käyttää apuna routanousuriskiä (vaurioi-

tumisriskiin) perustuvaa elinikä tarkastelua. Esitetty routamitoitus soveltuu sekä uusien teiden suunnitteluun että vanhojen teiden perusrantamisen suunnitteluun kaikissa tieluokissa.

Päällysrakenteen kuormituskestävyysmitoitus on tarkoitettu kestopäällysteisille (AB-, ABK-, SMA-päällysteet) tierakenteille, joissa päällysteen alla ei ole sidottuja kerroksia. TPPT-mitoitusmenetelyssä lähdetään siitä, että kestopäällysteen paksuus on 60-80 mm tai suurempi, jolloin päällysteen väsyminen on vaurioihin johtava tekijä. Päällysteen kuormituskestävyysmitoitus perustuu päällysteen alapinnan vaakasuoraan vetomuodonmuutokseen tai taipumaerotukseen (SCI300), jotka selittävät päällysteen väsymisestä aiheutuvaa liikenneperäistä vaurioitumista.

Koko tierakenteen toimivuus voidaan tarkastella vielä ottamalla huomioon pohjamaan kuormituskestävyys roudan sulamisaikana, jolloin pohjamaan moduuli on alimmillaan. Pohjamaan kokonaismuodonmuutoksen perusteella arvioidaan pohjamaan urautumisriskiä.

TPPT-suunnittelujärjestelmään kuuluvalla päällysrakenneratkaisujen elinkaarikustannusten arviointimenetelyllä lasketaan mitoitettujen rakenteiden elinkaarikustannukset. Nämä taloudellisuusvertailut toimivat päätöksenteon tukena valittaessa kohteessa toteutettavaa rakenneratkaisua.

Mitoituskriteerit ja mitoituksessa sovellettavat TPPT -raja-arvot on määriteltävä tien tasaisuuden (tien käyttäjän kokema ajomukavuus) ja tien, erityisesti päällysteen rakenteellisen kestävyuden pohjalta. Käytettävien raja-arvojen määrittelyssä on pyritty siihen, että ne ovat ennakkolta laskettavissa tai arvioitavissa ja myös yksikäsitteisesti tiestä mitattavissa olevia.

TPPT-suunnittelujärjestelmän mitoitukselle on olennaista, että mitoitus tapahtuu paikka-kohtaisilla tiedoilla ja parametreilla (liikenne, ilmastot, pohjamaa, käytettävät rakennemateriaalit). Lähtötietojen hankinnan yhdenmukaistamiseksi on laadittu TPPT-menetelmäkuvauksia, jotka on julkaistu erillisinä raporteina ja joihin on viitattu mitoituksessa. Suositellavat menetelmät on todettu käyttökelpoisiksi käytännön havaintojen ja kokeiden perusteella. Mitoitusmenetelyissä on myös viitattu yleisessä käytössä oleviin Tielaitok-

sen tai muiden organisaatioiden julkaisemiin eritasoisiihin ohjeisiin, joita ei ole käsitelty TPPT:n yhteydessä.

1.3 Muut projektit

TPPT-projektin rinnalla toteutettiin erillisiä projekteja, joilla oli samansuuntaiset, joskin rajatummalla tavoitteet kuin TPPT-projektilla. Tienpidon painopisteen muututtua näiden projektien suhteellinen merkitys ja määrä lisääntyi tutkimusohjelman loppua kohti.

Kestävän kehityksen rakenneideakilpailu

Tierakentamiseen etsittiin v. 1995 uusia ideoita myös yleisellä ideakilpailulla, johon saatiin yli 100 uutta tai vielä vakiintumatonta ehdotusta teiden pohja- tai päällysrakenteiksi. Voittaneessa ideassa ehdotettiin moreenin jalostamista pellettoimalla sitä sementillä tai bitumilla. Idea kehitettiin laboratoriotutkimuksin ja kenttäkokein.

Painumalaskentakilpailu

Pehmeiköille rakennettavien tiepenkereiden painumalaskelmien tarkkuutta selvitettiin järjestämällä laskentakilpailu v. 1997 - 1999. Useat koti- ja ulkomaiset osallistujat arvioivat ennakkoon sekä perinteisillä että moderneilla menetelmillä Haara-joen koepenkeren painumia. Kilpailuvastausten hajonta oli suuri.

REFLEX-teräsverkkoprojekti

Suomessa on jo kolmenkymmenen vuoden ajan käytetty hyvällä menestyksellä teräsverkkoja teiden pituussuuntaisten routahalkeamien korjaamiseen. Eurooppalaisessa tutkimusprojektissa on selvitetty mahdollisuutta käyttää teräsverkkoja myös teiden kuormituskestävyyden parantamiseen. Suomalaiset tutkijat ja Tielaitos ovat osallistuneet myös projektiin. Alustavat tulokset ovat lupaavia. Tutkimuksen tulokset julkistetaan myöhemmin v. 2002.

Teollisuuden sivutuotteiden käytön ja elinkaariarvioinnin kehittäminen

Samanaikaisesti TPPT-projektin kanssa Suomessa oli käynnissä TEKES'in rahoittama "Ympäristö-geotekniikkaohjelma" (1995-99). Siinä kehitettiin

ympäristöystävällistä maarakentamista ja sivutuotteiden käyttöä. Tielaitos oli mukana rahoittamassa sivutuotteiden koerakentamista ja elinkaariarvioinnin kehittämistä (LCA).

Temmeksen instrumentoitu koetie

Lähelle Oulua, Temmekseen instrumentoitiin monipuolisesti tavanomainen tierakenne v. 1996 - 1997. Temmeksen koetieellä on tutkittu liikenteen ja ilmastotekijöiden vaikutusta tierakenteen rasituksiin. Tulosten perusteella on mm. laadittu laskentamalli päällysteen keskilämpötilan määrittämiselle.

Kevytpäällysteisten teiden projekti

Merkittävin TPPT:n rinnakkaisprojekti oli kolmevuotinen kevytpäällysteiden projekti. Siinä kehitettiin uudet mitoitusmenetelmät ja kunnon ennustemenetelmät ohutpäällysteisille (< 80 mm) teille, joiden toimintatapa poikkeaa paksupäällysteisistä teistä.

Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto

Tierakenteen vaurioitumisprosessin monimutkaisuus on vaikeuttanut mm. tiestön kunnon kehittämisen arviointia ja siitä käytävää keskustelua. Selvityksen raportissa on kuvattu yksinkertaisesti ja havainnollisesti tierakenteen käyttäytymistä ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksessa analysoitiin myös tiestön kuntoa.

MnRoad yhteistyö

Minnesotan osavaltioon rakennettiin v. 1990 -91 erittäin monipuolisesti instrumentoitu koetie MnRoad. Se muodostuu moottoritien osasta, jossa on 23 kpl erilaista rakennetta sekä erillisestä Low Volume Road koetiestä, jossa on 17 kpl erillistä rakennetta.

Koska Minnesotan geologia ja ilmasto muistuttavat suomalaisia olosuhteita, on MnRoadin kokemuksia käytetty hyväksi TPPT-ohjelmassa.

Vastaavasti suomalaista ratkaisuja on kokeiltu Minnesotassa. Yhteistyöhön on kuulunut tutkijavaihtoa sekä asiantuntijavierailuja.

2. Tierakenteiden tutkimusohjelman arviointi

2.1 Ohjelman tuloksellisuus

2.1.1 Ohjelman tavoitteiden realistisuus ja selkeys

Ohjelman tavoitteita ja niiden muuttumista ohjelman kuluessa on kuvattu edellä kappaleessa 1.1. Alkuperäisiä tavoitteita pidetään periaatteessa hyvinä, mutta käytännössä epärealistisinä erityisesti numerollisten tavoitteiden osalta. Tavoitteiden mitaamista useimmat pitävät mahdottomana.

TPPT-projektissa tutkimustoiminnan painopiste oli uusien vilkkaasti liikennöityjen teiden rakenneratkaisuissa ja suunnittelussa. Tutkimuksen toteutuksen aikana tienpidon painopiste kuitenkin muuttui voimakkaasti uusien teiden rakentamisesta olemassa olevien teiden ylläpitoon ja myös alemman luokan tiestöön. Tällöin havaittiin tarve käynnistää TPPT-projektin rinnalle erillinen ohutpäälysteisiin teihin keskittyvä projekti, joka toteutettiin 1999-2001.

Tavoitteiden muokkaus ja täsmentäminen ohjelman kuluessa on koettu mielekkääksi ja oikeasuuntaiseksi toimenpiteeksi. Niiden voimakkaampaa täsmentämistä ja muuttamista ohjelman aikaisemmassa vaiheessa olisi kuitenkin tarvittu. Tielaitoksen organisaatiomuutosta ja hankintakäytäntöjen muutoksia ei haastateltujen mielestä riittävästi otettu huomioon ohjelman sisällön suunnittelussa ja tavoitteiden tarkistamisessa.

“Tavallaan tämä maailma on ohjelman aikana muuttunut. Rakentamisvolyymit muuttuivat ratkaisevasti ja organisaatio ja teettämiskäytännöt. Tuotanto erotettiin ja muodosti oman yksikkönsä. Nämä eivät mitenkään vaikuttaneet ohjelman kulkuun, se vain meni entistä latuaan.”

Ohjelman koetaan fokusoituneen kuitenkin liian pieneen osaan Tiehallinnon toiminta-alueesta. Ohjelmassa keskityttiin liikaa uusiin teihin ja jätettiin muut alueet liian vähälle huomiolle. Toisaalta ohjelman fokus oli liian laaja ja sirpaleinen sillä alueella, johon keskityttiin. Ohjelman laajuus huomioonottaen olisi pitänyt asettaa enemmän konkreettisempia osatavoitteita. Näin ei kuitenkaan tapahtunut.

“Ohjelma on ollut liian iso. Kun ohjelmaa tehtiin, niin oli kauhea kiire paperille saada se. Tuskin siellä koskaan vakavasti ajateltiin, että jos asetettaisiin jollekin osatehtävälle tavoite ja jossain sille pyöräytettäisiin summa, niin olisi siko ne missään suhteessa toisiinsa. Sitten vasta kun työ aloitettiin, niin jouduttiin tilanteisiin, että eihän tämä raha ja aika riitä tähän alkuunkaan. Ohjelma oli selvästi liian suuri ja olisi pitänyt pilkkoa jaksoihin.”

“Ohjelma pyrki kattamaan kaiken tienrakentamiseen liittyvän problematiikan. Kenenkään ei ole mahdollista hallita sellaista kokonaisuutta. Jälkeenpäin on helppo olla viisas ja sanoa, että olisi pitänyt fokusoida johonkin ja olla parin vuoden ohjelmia kerrallaan.”

2.1.2 Ohjelman tulostavoitteiden toteutuminen - tulosten hyödynnettävyys käytännön toiminnassa

Käsitykset ohjelman tuloksellisuudesta vaihtelevat voimakkaastikin riippuen erityisesti haastateltavan roolista ohjelman toteuttamisessa. Perusosaamisen ja tietämyksen tierakenteista ja niiden suunnittelusta koetaan kuitenkin kasvaneen ohjelman ansioista. On syntynyt suuri määrä tietoa, josta alan sidosryhmät eivät vielä tiedä riittävästi. Tehdyn työn ja monien sinänsä arvokkaiden tulosten hyödyntämiseksi on jatkettava tutkimus- ja kehitystyötä ja erityisesti varmistettava tulosten implementointi käytäntöön.

“Luulen, että tässä on syntynyt laajempaa ymmärrystä näistä tierakenteiden peruskysymyksistä. Sitten on syntynyt selkeästi keskustelua näistä asioista enemmän kuin ennen. Eri suunnilla on tullut ymmärrystä siitä, kuinka tähdellinen asia tämä päälysrakenne on tiessä. Ura-koitsijatkin ovat alkaneet nähdä päälysrakenteet eräänä keskeisenä kilpailukeinona urakointimarkkinassa.”

“Kun tavoitteet tulivat loppuvaiheessa realistisemmiksi ja nähtiin mitä on mahdollisuus enää saavuttaa, niin varmasti niihin kohtalaisesti päästiin.”

Useimpien haastateltujen mielestä ohjelman tulokset ovat kuitenkin heikot, erityisesti tehtyyn panostukseen nähden. Monilta osin tutkimusten koetaan jääneen kesken.

“Projekti on onnistunut rahalliseen panostukseen ja osittain kohtuuttomiin odotuksiin nähden korkeintaan kohtalaisesti ja ilman myöhemmässä vaiheessa lisättyjä muita projekteja olisi jäänyt pahasti torsioksi.”

“Kyllähän tässä paljon hyvää perustietoa on syntynyt, sitähan ei varmaan kukaan kiellä. Mutta asiat ovat jääneet vähän kesken ja hajalleen. Tulokset eivät ole suoraan hyödynnettävissä sellaisenaan vaan kyllä ponnistuksia tarvitaan monellakin suunnalla.”

TPPT-suunnittelujärjestelmä on toistaiseksi kuvattu vain teoreettisella tasolla ja käytännön työkalut kuten mitoitusohjelmistot puuttuvat. Suunnittelu-yritysten vähäinen osallistuminen ohjelman toteutukseen koetaan hidastaneen tulosten implementointia tältä osin. Rakenteiden mitoituksen systematiikka on kuitenkin kehittynyt. Ohjelmassa kehitettiin uudet mitoitusmenettelyt ja kuntoennustemallit ohutpäälysteille, jotka ovat merkittävästi paremmat aiempiin verrattuna. Ne otetaan käyttöön koulutuksen ja Tiehallinnon ohjeiden uusimisen myötä.

“VTT halusi vahvasti suunnittelujärjestelmän ympärille rakentaa nämä tulokset. Siitä syntyi parisataa-sivuinen teos. Suunnittelujärjestelmässä on lähinnä kuvattu modernin elinkaaren hallintaan perustuvan suunnittelun elementit ja osatekijät, mutta se on enemmän oppikirjamainen kuvaus siitä, millä tavalla pitäisi toimia. Tässä suunnittelujärjestelmässä ei ole niin suurta arvoa kuin yksittäisissä loppuraporteissa, missä on esitetty täsmällisesti mitoitukseseen liittyviä ohjeita ja menettelytapoja, tutkimusohjeita, laboratoriotutkimusta jne.”

Tulosten käyttöönottoa on rajoittanut sopivien mitoitus työkalujen puute. Tältä osin tilanne on korjaantumassa. Kehitetyt työkalut painuman, roudan ja kuormituskestävyyden mitoittamiseksi ovat käyttökelpoisia.

Heikot tulokset vaurioitumismallien kehittämisessä koetaan suurimmaksi epäonnistumiseksi. Ta-

voitteena ollut osaamisen kehittäminen elinkaari-päätöksentekoon ei toteutunut. Elinkaariedullisuuden vertailussa vaihtoehtojen suhteelliset erot ovat oleellinen asia. On luotava mekanismi, joilla näitä eroja arvioidaan.

“Vaurioitumismallien kehittämisessä ei päästy niin pitkälle kuin olisi haluttu. Nimenomaan näistä parametritiedoista, mitä materiaaleista tutkitaan, ei pystytty päättämään vielä sitä, miten koko tierakenne tulee käyttäytymään ja mikä on sen kestoikä. Vaurioitusprosessia ei pystytty ennakoimaan. Se oli ohjelman primääritavoite ja vielä sillä tavalla, että siihen olisi päästy lähtien näistä äsken mainituista perustekijöistä. Se oli tässä johtotähtenä 3-4 vuotta projektin alusta lähtien, mutta tavoite oli epärealistinen ja käytäntö osoitti sen saavuttamisen mahdottomaksi. Ongelman ydin oli ehkä siinä, että tavoitteen epärealistisuutta tältä osin ei havaittu tarpeeksi ajoissa ja nimenomaan sitä että siitä ei tehty tarvittavia johtopäätöksiä projektin uudelleen suuntaamiseksi.”

Kohdekohtaiset materiaalitiedot ovat avaintekijä pyrittäessä parempiin ja kustannustehokkaampiin ratkaisuihin. Materiaalitutkimuksen tuloksia on hyödynnetty analyttisen mitoituksen lähtöparametreja määritettäessä. Tiehallinto on käyttänyt TPPT-tuloksia ns. virallisten parametrien määrittelyssä. Materiaalien tuotteistamista ja ominaisuuksien tutkimus- ja selvitystyötä tarvitaan lisää. Resurssikysymyksistä johtuen ei pohja- ja materiaalitutkimuksia voida kuitenkaan käytännössä tehdä sillä tavalla kuin TPPT-suunnittelujärjestelmän täysipainoinen hyödyntäminen edellyttäisi.

Menetelmäkuvaukset tulevat yhtenäistämään pohjatutkimus-, mitoitus- ja suunnittelukäytäntöjä. Niiden mukainen toiminta mahdollistaa entistä tarkemman mitoituksen ja tuovat kustannussäästöjä.

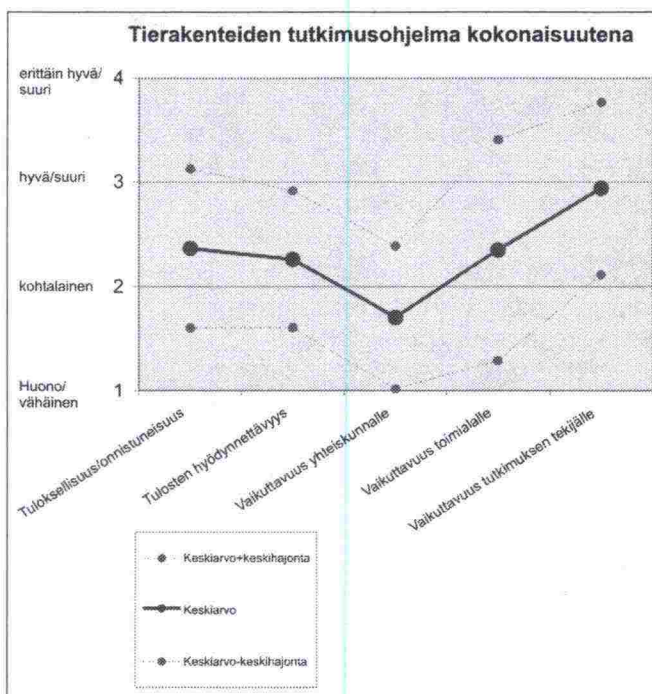
“Projektissa tuotiin ennen kaikkea tämä idea siitä, että suunnittelu perustuu ns. paikkakoh-taisiin parametreihin eli tutkitaan kentällä tie-rakenteet ja materiaalit, mitä todella käytetään eikä luoteta näihin taulukkoarvoihin. Tällöin ilman muuta rakenteet pystytään suunnittelemaan tarkemmin siihen kulloiseenkin kohteeseen ja näin muodoin ennakoimattomat vauriot jäävät vähemmälle. Tämä perusidea tietysti sitten lisää tutkimuskustannuksia ja suun-

*nittelukustannuksia ja tältä osin on käsitys, että käytännössä tutkimusbudjetit ja suunnittelu-
budjetit ovat olleet sen verran pieniä, että näihin pohjatutkimuksiin ja materiaalitutkimuksiin ei ole ollut mahdollisuutta panostaa niin paljon kuin mitä tämän tutkimusohjelman ohjeissa suositellaan.”*

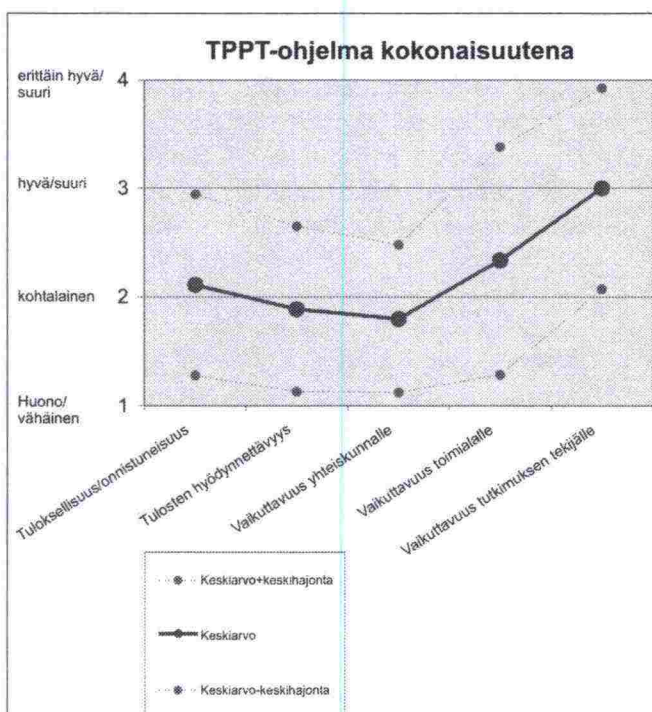
TPPT-ohjelmassa kehitetty komposiittistabilointi on levinnyt varsin laajaan käyttöön ja kokemukset ovat positiivisia. TPPT-projektissa kokeiltu “väsymiskestävä tierakenne” omaa erinomaisen kehityspotentiaalin. Sitä on käytetty toistaiseksi vain Kehä II:n rakenteissa myönteisin kokemuksin. Uusiomateriaalien käytön ei koeta laajemmin edistyneen tämän ohjelman ansiosta. Niitä tutkittiin tierakenteiden tutkimusohjelman kanssa samanaikaisesti käynnissä olevassa ympäristögeotekniikka-ohjelmassa.

Tierakenteiden tutkimusohjelma on ollut mukana REFLEX- projektissa kehittämässä teräsverkoilla vahvistettuja tierakenteita. Alustavien tulosten perusteella teräsverkoilla voidaan pidentää tierakenteiden kestoikää merkittävästi. Rakenteen käyttö yleistyy vähitellen.

“Merkittävimpanä tuloksena käytännössä on ollut komposiittikuonan käytön edistyminen, joka on selkeästi uusi materiaalivaihtoehto. Tässä projektissa olisi paljon enemmän pitänyt kiinnittää huomiota sivutuotteiden käyttöön. Toinen asia, missä on saavutettu edistystä ja hyviä kokemuksia, on teräsverkkojen käyttö. Molemmat asiat viittaavat siihen, että kun on tutkittu uusia materiaaleja, niin silloin on saatu jotakin aikaan.”



Kuva 2. Haastateltujen henkilöiden arvio Tierakenteiden tutkimusohjelman tuloksellisuudesta ja vaikuttavuudesta kokonaisuutena asteikolla 1-4.



Kuva 3. Haastateltujen henkilöiden arvio TPPT-ohjelman tuloksellisuudesta ja vaikuttavuudesta kokonaisuutena asteikolla 1-4.

2.1.3 Osaprojektien onnistuneisuus

Haastateltujen käsitykset eri projektien onnistuneisuudesta vaihtelevat ja harvalla on niistä niin hyvä käsitys, että pystyvät ottamaan kantaa yksittäisten projektien onnistuneisuuteen.

Seuraavien projektien todettiin kuitenkin onnistuneen keskimääräistä paremmin:

- Kevytpäällysteiset tiet
- TPPT-menetelmäkuvaukset
- Painumalaskentakilpailu
- Routamitoitus ja -rakenteet
- Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto

“Kyllä minä näkisin, että tuloksiltaan tämä kevytpäällysteisten teiden projekti oli kaikkein onnistunein. Tässä saatiin se tavoiteltu lopputulos, kun siihen lähdettiin ja voisi sanoa, että pystyttiin noudattamaan sitä tutkimussuunnitelmaa, mikä tehtiin ja tulokset myös olivat sitten erittäin hyvät. Tässä myös tutkimusporukka pystyi erittäin hyvään yhteistyöhön. Tutkijoita oli eri organisaatioista.”

“Tämä komposiittistabilointi, joka ongelmaltaan muistutti aika tavalla tätä ASTO-projektia, niin meni kyllä erinomaisesti. Siinä lähdettiin näistä elementeistä, tutkittiin materiaaleja ja sekoitettiin niitä ja puristeltiin ja arvioitiin, miten käytännössä asiat voisi tehdä ja kokeiltiin niitä. Ongelma oli rajatumpi ja se pysyi hanskassa.”

“TPPT:n menetelmäkuvaukset ovat sinällään hyvä lopputulos. Siinä saatiin ihan konkreettisia asioita aikaiseksi ja käytettävissä olevia tuloksia. Myös teollisuuden sivutuotteiden ja elinkaariarvioinnin kehittämisessä noin yleisesti ottaen edistytään.”

Seuraavien projektien arvioitiin onnistuneen keskimääräistä heikommin:

- TPPT-suunnittelujärjestelmä
- Tien elinkaaren hallinta
- TPPT-rakennetekninen kehitys yleensä ja koerakentaminen
- Kestävän kehityksen rakenneideakilpailu

“Suunnittelujärjestelmässä on varmasti hyödynnettäviä osa-alueita, mutta se ei missään tapauksessa ole ainakaan semmoinen, että se kattavasti tierakennepuolen suunnittelun

apuvälineenä toimisi urakoitsijalle.”

“Vaurioitumismallien kehittämisessä ei päästy niin pitkälle kuin olisi haluttu. Nimenomaan näistä parametritiedoista, mitä materiaaleista tutkitaan, ei pystytty päättämään vielä sitä, miten koko tierakenne tulee käyttäytymään ja mikä on sen kestoikä. Vaurioitumisprosessia ei pystytty ennakoimaan. Se oli ohjelman primääritavoite ja vielä sillä tavalla, että siihen olisi päästy lähtien näistä äsken mainituista perustekijöistä.”

Haastatellut ovat pääsääntöisesti sitä mieltä, että routaosaamista on Suomessa nyt riittävästi korkeatasoisten suunnitelmien tekemiseksi. Painumien hallitseminen ei ole kuitenkaan vielä riittävän hyvällä tasolla.

“Yleisesti on käsitys, että roudanhallintaa on tässä pystytty kehittämään ja onnistuttu siinä varmasti.”

“Jos kysytään, onko riittävästi tietoa painumisesta olemassa, niin vastaus ehdottomasti on, että ei ole.”

“Painumalaskentaa ei hallita vielä lainkaan, mutta onko edellytyksiäkään päästä pidemmälle.”

Haastatteluissa kysyttiin sitä, onko tutkimusohjelma tuonut riittävästi tietoa mm. maaperän ja rakenteiden mittaustekniikasta, jotta arvaamattomia riskejä voidaan välttää. Asia koetaan varsin vaikeaksi, joten tarkan mielipiteen muodostaminen perustuu useimmilla vain mielikuvaan. Mielipiteet riskien vähentämisestä myös vaihtelevat. Tutkimusohjelman tulokset antavat teoriassa paremmat mahdollisuudet hallita riskiä, mutta urakoitsijoilta puuttuu tarvittava osaaminen. Itse riskienhallinta ja sen kehittäminen jäi ohjelmassa liian vähälle huomiolle.

Riskiä voidaan vähentää mm. seuraavin keinoin:

- kehitetään ja otetaan käyttöön vaurioitumismallit ja kestojen määrittelysystematiikka
- maaperän ja rakenteiden paikan päältä saatua mittaustuloksia hyödyntämällä
- yleisellä lähtötietojen määrän lisäämisellä
- syvästabilointiosaamisen kehittämisellä

“Jos vastuuta annetaan enemmän palvelujen toimittajille, niin sitä kautta syntyy suurempia riskejä. Tulee varmasti epäonnistumisia ja riskit kasvaa, mutta ilman niitä ei ole kyllä innovaatioitakaan, joiden kautta taas on saavutettavissa parhaimmillaan huomattavia säästöjä. Riskien kasvamisella ei pitäisi tyrmätä asioita. Riskienhallintaa pitää lisätä ja siihen on mahdollisuus.”

“Ei tutkimus ainakaan ole poistanut riskiä. Eräs keskeinen kysymys on se, pystyykö urakkatarjouksessa urakoitsija omilla mittauksilla täydentämään ja pienentämään riskiä, joka vaikuttaisi tarjoushintaan.”

“Teoriassa on paremmat mahdollisuudet hallita riskiä, mutta osaaminen urakoitsijalta itseltään puuttuu, erityisesti roudanhallinta, liikennekuormituksen, vaurioitumismallien ym. ymmärtäminen.”

Myös mielipiteet laadunvalvonnasta vaihtelevat. Sen lisäämistä ei pääsääntöisesti nähdä tarpeellisena, mutta kehitystyötä laadunvalvonnan menetelmien ja kohdentamisen osalta tulee tehdä. Myös muuttuvat hankintamenetelmät ja urakointikäytännöt, mm. kokonaisvastuurakentaminen, synnyttävät tähän tarvetta.

“Laadunvalvonta ei ole mikään ongelma ja nykyinen taso riittää yleisesti ottaen. En näe ainakaan, että pitäisi lisätä enkä myöskään vähentämistä kannata. Enemmän on kyse sisäisestä kehittämisestä ja uusien työkalujen käyttöön otosta.”

“Yleensä lähtötietoja on käytössä liian vähän ja riskit ovat tämän vuoksi suuria urakoitsijan kannalta. Tarvitaan käytännön kokemusta ja on edettävä pienillä askelilla kohti pitkiä takuuaikoja. Laadunvalvontaa ei pitäisi ainakaan vähentää.”

“Laadunvalvontaa pitäisi kehittää, koska se ei toimi nyt. On tullut pahojakin epäonnistumisia.”

Kierrätysmateriaaleista ei ole useimpien mielestä saatu riittävästi tietoa. Teknisen kelpoisuuden osoittaminen pitäisi systematisoida ja tutkimustyötä jatkaa. Kierrätysmateriaalit ovat osoittautuneet kilpailukykyiseksi vaihtoehdoksi, jos ne kuljetetaan samalta etäisyydeltä tai lähempää kuin luonnon-

materiaalit.

“Korvaavat materiaalit ovat lähtökohtaisesti aina kilpailukykyisempiä kuin luonnonmateriaalit, jos ne voidaan tuoda saman matkan päästä. Mutta kuljetusmatka vaikuttaa kannattavuuteen nopeasti.”

“Kierrätysmateriaaleista ei ole saatu riittävästi tietoa. Yhteisesti koottu teknisen kelpoisuuden määrittämiskokonaisuus puuttuu.”

Suomalais-ruotsalainen koetiekone on sinänsä käyttökelpoinen, mutta sitä ei hyödynnetty riittävästi. Arvokkaita tuloksia ja dataa on kuitenkin syntynyt paljon, mutta ne ovat toistaiseksi suurimmaksi osaksi hyödyntämättä. Kone otettiin TPPT-projektin näkökulmasta käyttöön liian myöhään. Raskaan liikenteen kuormituksen ja tierakenteiden kestävyysvälistä vuorovaikutussuhdetta on selvitetty ja asiaa ymmärretään paremmin, muttei vielä riittävästi. Mm. kuormitusten toistojen eikä tien epätasaisuuden vaikutusta tunneta.

Investointi koneeseen ja sen käyttöönottoon koetaan suhteettomaksi projektin kokoon verrattuna. Koetiekoneen hankinnan vaatimat resurssit kasvansivat mahdollisuuksia tehdä muita tutkimuksia erityisesti laboratorioissa. Koetiekoneen hankintaa on perusteltu myös tutkimuslaitoksen/tutkimuksen uskottavuuden lisääntymisellä.

“Kyllä kone aika maksimaalisesti hyödynnettiin. Siinä oli aikapulaa ja muutakin ja sen käyttöönotto ei ihan toiminut, koska oli lastentau-teja.”

“Koetiekone osoittautui niin kalliiksi laitteeksi, että eihän sitä ole varaa kellään enää pitää. Hyvä laite, kun olisi vaan rahaa sitä käyttää.”

“Tiekoneella on runsaasti potentiaalisia hyödyntämismahdollisuuksia. Mutta nyt ketju sen hyödyntämiseksi ei toimi kunnolla: laboratorio-tutkimukset, koetiekone, mallinnus, koetiet. Koetiekonetta kohtaan on ollut paljon vääriä odotuksia. Kokonaisuutta ei vielä hallita ja sen vuoksi ei laitetta ole osattu hyödyntää oikein. TPPT:n kannalta kone tuli liian myöhään.”

Haastateltujen henkilöiden arviot eri osaprojektien tuloksellisuudesta ja vaikuttavuudesta asteikolla 1-4 ovat liitteessä 2.

2.1.4 Tulosten implementointi

Tutkimustulosten tehokas hyödyntäminen edellyttää aina implementointisuunnitelman laatimista. Tierakenteiden tutkimusohjelman osalta tällaista suunnitelmaa ei ollut.

“Kyllä tässä suurin epäonnistuminen on tapahtunut tässä implementoinnissa. Tosin se on vielä kesken, mutta projekti on kuitenkin alkanut 7-8 vuotta sitten. Toistaiseksi tämä ei ole kovin merkittäviä muutoksia tuonut.”

“Kyllä minusta suuri heikkous on siinä, että vajaat 10 vuotta on mennyt ja meillä on hirvittävä määrä paperia, ohjetta ja dokumenttia olemassa, mutta ei työkaluja. Eli linkki käytännön toimintaan puuttuu.”

Tuloksia voidaan tehokkaimmin käyttää hyväksi niiden pohjalta kehitettyjen mitoitusohjelmien muodossa. Niitä saadaan vietyä käytäntöön myös ohjeiden, standardien ja normien muodossa. Tutkimusraporttien kautta tieto leviää varsin huonosti. Niiden lukemiseen ei yleensä aika riitä.

“Pidettiin alussa itsestään selvänä, että pitää kehittää ohjelmistoa ja suunnittelujärjestelmän tulee olla tietotekninen ratkaisu eikä kasa paperinippuja. Tästä syntyi suuri ristiriita, koska tutkijoilla ei ollut osaamista tällä puolella. Jo alkuvaiheessa vaatimukset ohjelmistosta jätettiin tulevaisuuteen. Suurin puute on se, että työkalut, jotka olisi voitu tehdä, jäi tekemättä.”

“Tulokset menee parhaiten hyödynnettäväksi käytäntöön normeina ja ohjeina. Se on varmaan tehokkain tapa tällaisissa ohjelmissa. Teoretisointi ja pelkkä tutkimustulosten levittäminen ei varmaan vaikuta käytännön toimintaan voimakkaasti, mutta normit ja standardit ja työnjohto ja laadunvalvonta ovat käytännön toimenpiteitä.”

Pilottiprojektit koetaan erinomaisena tapana viedä tutkimusten tuloksia käytäntöön. Tutkimusohjelmassa kehitettyjen uusien ratkaisujen ja materiaalien pilottikohteita tarvittaisiin.

“Pilottien kauttahan implementointi pitäisi toteuttaa.”

Hankintamenettelyillä voidaan ohjata tutkimustulosten, tarkemman mitoituksen ja materiaalitietojen hyödyntämistä.

“Uusissa hankintamenettelyissä pitäisi saada aikaiseksi se, että suositaan tarkkaa mitoitusta ja suunnittelua, ennakkotutkimuksia ja muuta.”

Toteutettu kurssi Dipolin koulutuskeskuksessa nähdään hyvänä aloituksena koulutuksen osalta, mutta sitä on jatkettava. Urakoitsijat on saatava mukaan, jotta he näkevät mahdollisuudet.

“Koulutuksella pystytään vaikuttamaan asioiden hyödyntämiseen.”

“Urakoitsijathan johtavat jatkossa yhä useammin rakennussuunnitteluprosessia ja heidän on hyvä olla tietoinen myös näistä mahdollisuuksista ja myös siitä, että minkämoista panostusta se sitten vaatii tämä moderni suunnittelu.”

Näin pitkän ohjelman aikana olisi suotavaa, että tuloksia otetaan käyttöön ja järjestetään koulutusta ohjelman kuluessa. Tierakenteiden tutkimusohjelman todetaan tiedottaneen riittämättömästi tuloksista ohjelman aikana. Tulosten esittelyä internetin kautta ohjelman kuluessa ehdotettiin, mutta tähän ei tutkimusten tekijöiden puolelta löytynyt halukkuutta.

“Tyytymättömyyttä oli projektin aikana siinä, että ei syntynyt sitä kirjallista tulosta tasaisesti koko projektin ajalla vaan vasta loppuvaiheessa.”

“Ohjelman alkuvaiheessa oli esillä idea, että kaikki aineisto laitettaisiin nettiin valmistumisen edetessä. Oli kuitenkin suuri virhe, ettei näin tehty, koska se olisi nostanut tutkimuksen tasoa, jos kaikki paperit olisi joutuneet kriittiseen tarkasteluun. Raportteja oli kuitenkin metrikaukalla, mutta se ei ole nykyaikaa, että täytyy tehdä semmoinen työ, että käyt Pasilassa josakin huoneessa niitä lukemassa. Tästä olisi syytä oppia tulevaisuutta ajatellen.”

2.1.5 Jatkotutkimus- ja jatkokehitystarve

Vaurioitumismalleja ja kestoajan määrittystekniikkaa on tärkeitä tutkia edelleen elinkaarisuunnittelun

kehittämiseksi. Faktatietoa teiden kestävyydestä tarvitaan. On rakennettava havaintotieverkostot, joista saadaan mittaustuloksia vaurioitumismallien luomiseksi.

“Keskeinen kysymys on, millä saadaan kestoikäasiat hallintaan. Niitä tarvitaan myös tuotevertailussa. Tässä vertailussa voi olla erilaisia tekniikoita, mutta yksi vaihtoehto on käyttää asiantuntija-arvioita erilaisille tuotteille. Tämä liittyy tuotehyväksyntäajatteluun, jossa laboratoriossa tehdään tietyn sabluunan mukaan selvityksiä ja sitten asiantuntijat arvioivat tuotteen hyvyyttä ja kestävyyttä. Lähtötiedot on saatava sellaisiksi, että voimme jollain lailla laskennallisesti käsitellä tätä kestoikää. Se on asia, johon pitäisi panna todella voimakkaasti paukkuja.”

“Kyllä tähän suureen asiaan eli elinkaariajatusmalliin on vielä matkaa ennen kuin se käytännössä toimii. Vaurioitumisen ennustaminen ja elinikä on vielä aikalailla hakusessa. Ei elinkaarta pystytty selvittämään, jos ei tiedetä kuinka kauan ratkaisut kestävät.”

On luotava toimintamalli paikan päältä mitattavan materiaali- ja rakennetiedon hyödyntämiseksi suunnittelussa taloudellisempien ja riskittömämpien teiden rakentamiseksi.

“Käytännöstä pitäisi saada lisää havaintoja ja perustaa mallit paikan päällä tehtyihin laboratoriokokkeisiin. On todettu, että ei pystytty vaurioitumisessa selvästi erottamaan eri tekijöiden vaikutusta vaan se on yksi sekamelska. Jos halutaan kokonaiskuva siitä, että mistä vauriot syntyvät, niin pitäisi päästä tarkemmin purkamaan eri tekijöitä, mikä edellyttää taas kohteesta hyvin tarkkaa tietoa ja mittauksia. Mielekäs jatkotutkimusajatus olisi pystyttää systemaattiset havaintotieverkostot, joiden pohjalta sitten lähdetään hakemaan mittaustuloksia ja luomaan niiden pohjalta vaurioitumismalleja.”

Menetelmätutkimusta, joka jäi ohjelmassa vähäiseksi, on jatkettava. Stabiloitimenetelmien tutkimustyö nähdään potentiaalisesti ja tärkeäksi tutkimusalueeksi.

“Tutkimusohjelmassa stabilointia ei tutkittu ollenkaan. Sen sijaan ajateltiin tutkia näitä perinteisiä materiaaleja. Stabiloinnin osalta meillä

on edelleenkin se ongelma, että ei tiedetä niiden vaikutuksia vaurioitumiseen. TPPT-ohjelman jälkeen Tiehallinto on teettänyt tutkimuksia, joilla stabiloinnin kestävyysvaikutukset saadaan selville, jolloin ne voidaan asettaa paremmuusjärjestykseen. Mielestäni sellainen tieto olisi pitänyt tästä tutkimusohjelmasta saada. Nyt me jouduttiin jälkeinpäin tätä tutkimaan.”

“Pohjarakentamisen alalla kaikki keskittyi painumien hallintaan ja menetelmäkohtaista tutkimusta ei ollut ollenkaan. Syvästabiloinnissa, pystyjoituksessa, massanvaihdossa, kevytsoran käytössä, siellä on vaikka kuinka paljon tutkimista. Se on iso alue, jota tämä tutkimus ei kattanut.”

Työkaluja ja ohjelmistoja tarvitaan tulosten implementoimiseksi käytäntöön.

“Kyllä suunnittelujärjestelmää ja painumahalintaa pitää myös edelleen kehittää, jotta siitä saataisiin tarkempi menetelmä. Kiinnostavaa on saada sähköisillä menetelmillä tietoja, jotka sitten suoraan syötetään ohjelmaan, joka antaa tuloksen. Automaattista tietojenkäsittelyä ja nykyaikaisia välineitä pitäisi tuoda enemmän tähän pohjarakentamiseen. Sillä saataisiin myös nuoret enemmän kiinnostumaan tästä alasta.”

Haastateltujen selvä enemmistö on sitä mieltä, että Suomen olosuhteet ovat yleisesti ottaen niin poikkeukselliset, että maaperä ja rakennetutkimukset kannattaa tehdä itse. Ainoastaan muissa Pohjoismaissa on sen verran samanlaiset olosuhteet, että tietojen vaihto on mahdollista. Urakoitsijoiden kansainvälistyessä tiedot siirtyvät rajojen yli enenevässä määrin myös yritysten sisäisenä yhteistyönä.

“Mielestäni Suomen ilmasto, maaperä ja rakenneolosuhteet on niin poikkeavia maailman muista olosuhteista, että ehdottomasti kannattaa tehdä tutkimukset Suomessa. Jopa Ruotsissa on sen verran erilaisia materiaaleja, että kyllä ehdottomasti on Suomessa tehtävä omat tutkimukset.”

“Sanoisin, että Suomessa on erityispiirteitä, minkä takia oma tutkimustoiminta on tarpeen,

mutta se ei ole suinkaan ainoa tekijä, minkä takia tarve on. Osaaminen poikkeaa, koulutus poikkeaa, kalustot ym., mikä aiheuttaa sen, että oma tutkimustoiminta on tarpeen. Se on kyllä kuolleen syntynyt ajatus, että maailmasta voisi vain tulla ohjekirjat, että tehkää näin vaan.”

”Tietoja ei voi ulkomailta kopioida. Suomessa on toiset olosuhteet, vuosivaihtelut suuret, kiviainesmateriaalit vaihtelevat, nastat ja suolat tuovat oman ongelmakentän jne.”

Seuraavanlaisia tarpeita ja ideoita tutkimus- ja kehityssaiheiksi tuotiin haastatteluissa esille:

Suunnittelu

- kolmi- ja neliulotteinen suunnittelu
- elinkaarimitoitus, vaurioitumismallit ja kestoian määrittäminen
- mitoitus työkalut

Järjestelmät/menettelytavat/vaatimukset

- tuotehyväksyntämenettely
- infran yksikköhintajärjestelmä
- alan yhteiset laatuvaatimukset INFRA-RYL
- toiminnalliset tuotevaatimukset ja niiden todentaminen

Materiaalit/rakenteet

- uudet materiaalit ja geotekstiilit
- biomateriaalit
- teollisuuden sivutuotteiden hyväksikäyttö
- saastuneiden maiden käsittely
- ohuet päällysteet
- melusteet
- maanalaiset rakenteet

ICT-teknologian hyödyntäminen

- telematiikka
- teiden instrumentointi
- informaation langaton siirto
- turvallisuuden lisääminen

Kunnossapito

- vanhenevan tiestön ylläpito
- infra-management ja kunnossapitoteknologia
- siltojen korjaustekniikka
- kuntotutkimukset

2.1.6 Ohjelman vaikutukset

Yhteiskunnalle

Ohjelma ei ole ainakaan vielä havaittavasti myötävaikuttanut tieverkon kuntoon. Alemman tieverkon kunto on viime vuosina jopa heikentynyt ja kunnossapitomäärärahat ovat lähteneet kasvuun. Yhteiskunnan näkökulmasta arvioituna ohjelma on jäänyt kesken ja tavoitellut tulokset pääsääntöisesti saavuttamatta. Vaikutusta yhteiskunnalle on tosin objektiivisesti vaikea arvioida, koska tieverkon kunnan kehittymiseen vaikuttavat teknisen kehityksen lisäksi myös monet muut seikat, mm. poliittiset päätökset.

”Teiden ylläpidossa on entistä enemmän ongelmia tänä päivänä kuin 90-luvun alussa. Jos tässä ohjelmassa olisi tullut jotakin todella uusia ajatuksia, niin tiestön kunto olisi tänä päivänä selkeästi parempi, koska olisi saavutettu huomattavia kustannussäästöjä, joilla olisi vaikutettu siihen. Mutta nyt ei todennäköisesti ole niin tapahtunut. Mutta tänä päivänä nähdään, ettei tämä ohjelma ole tuonut mitään sen kertaluokan vaikutuksia kuin mitä tällä itse asiassa haettiin. Alemmalla tieverkolla on tilanne kuitenkin mennyt huonompaan suuntaan sillä tavalla, että tiestön kunto eri mittareilla mitattuna on heikentynyt, ei kovin nopeasti mutta kuitenkin. Jos tämä tutkimus olisi tuottanut sen tuloksen, mitä sillä haettiin, niin nämä ylläpidon kustannukset olisivat sen verran merkittävästi pienentyneet, että todennäköisesti kunnossapitomäärärahojen kasvuun ei olisi jouduttu.”

”Yhteiskunnan kannalta minusta tämä ohjelma on jäänyt vähän kesken. Tutkimuksen tekijälle on osaamista tullut kyllä lisää.”

Toimialalle

Ohjelma on aktivoinut toimialaa ja lisännyt yleistä tietämystä tierakenteista, materiaaleista ja mitoituksista. Tulosten hyödyntäminen on kuitenkin vielä tekemättä. Ohjelma on edistänyt alan tutkimuskulttuuria. Toimialan ja ohjelman eri osapuolien kannalta koetaan vähäinen verkottuminen tutkimusohjelman toteutuksessa haitalliseksi.

“Toimialalle on tullut tietoa paljon, mutta ehkä sen hyödyntämisessä olisi vielä parantamisen varaa.”

Alan tutkijoiden ja tutkimuslaitosten ammattitaidon nostamiseksi ja ylläpitämiseksi

Tutkijoille ohjelman koetaan antaneen eniten. Toisaalta VTT:lle syntynyt osaaminen on heikentynyt ohjelman päätyttyä resurssien vähentämisen myötä. Ohjelman aikana lakkautettiin myös Oulun yliopiston rakennusosasto, jolla oli merkittävä rooli eräissä ohjelman loppuvaiheen projekteissa.

“Tieto on kerääntynyt VTT:lle, joka on tehnyt päätyön. Muiden osapuolten osalta on vaikea kommentoida, mm. yksityisiä konsultteja otettiin marginaalisesti mukaan.”

“Tutkimuslaitosten ammattitaidon nostamisessa ja ylläpitämisessä ohjelmalla on siinäkin hyvin vähäinen vaikutus.”

2.2 Ohjelman toteutus

2.2.1 Ohjelman johtaminen

Ohjelman johtaminen ei onnistunut toivotulla tavalla. Moniportaisesta ja raskaasta ohjausmallista johtuen johtaminen oli byrokraattista ja monista eri näkemyksistä johtuen siitä puuttui ”punainen lanka”. Toisaalta ohjelman ohjaus oli annettu ehkä liikaa VTT:n hoidettavaksi. Tiehallinto otti kuitenkin ohjelman loppupuolella aktiivisemmän roolin ohjelman johtamisessa ja tavoitteiden täsmentämisessä.

Johtamista haittasi myös Tielaitoksen ohjelman aikana käynnissä ollut organisaatiouudistus, joka vei ohjelman vastuullisten johtajien huomion liikaa muihin asioihin. Ohjelman johtoryhmän rooli jäi passiiviseksi ja sen kaikki jäsenet eivät sitoutuneet työhön toivotulla tavalla. Organisaatiouudistuksesta ja muuttuneista hankintakäytännöistä johtuen Tielaitoksen/Tiehallinnon tavoitteet ja vaatimukset ohjelmalle muuttuivat ohjelman aikana, mikä aiheutti ongelmia raskaan tutkimusorganisaation uudelleen suuntaamisessa.

Alan yritykset eivät osallistuneet ohjelmaan toivotulla tavalla, koska eivät nähneet siinä riittävästi hyötyä itselleen. Ohjelman käynnistysvaiheessa

vallinnut erittäin vaikea markkinatilanne ja lama vähensivät myös ymmärrettävistä syistä halukkuutta osallistua tutkimus- ja kehitystyöhön.

Ohjelman luonne, koko, pitkäaikaisuus ja muuttuvat vaatimukset huomioonottaen olisi ohjelman aikana pitänyt tehdä perusteellisia väliarviointoja ja täsmentää ohjelman fokusta ja sisältöä uudelleen.

“Ei olisi pitänyt rakentaa tällaista mammutti-ohjelmaa. Se ei pysynyt käsissä ja tavoitteet hämärtyi ja aika meni ohi.”

“Vaikka projektin aikana huomattiin, että painopistettä pitäisi muuttaa, niin se ei kyllä kääntynyt. Oli tehty päätös, että tutkijat päättää. Myöskään moniportainen johto-organisaatio ei olisi saanut ohjelmaa enää kääntymään.”

“Ohjelman loppupuolella Tiehallinnon puolelta ohjaus terästyi huomattavasti ja siihen vaikutti varmaan se, että huomattiin, että tämähän leviää käsiin tämä homma. Sitten se ote kyllä tiukkeni aika paljon.”

“Johtaminen tällaisessa hankkeessa on hyvin vaikea tehtävä. Painopistevalinnat tulivat liian myöhään mukaan ohjelmaan. Ohjelman päätöksenteko pyöri myös liian pienessä piirissä. Liian vähän keskusteltiin, mitä pitäisi tehdä.”

“Tässä olisi kaivattu foorumia, jossa asioista olisi voitu kiistellä ja väitellä ja olla mitä mieltä hyvänsä.”

“Kansainvälinen arviointiryhmä kritisoi heti alkuvaiheessa ohjelmaa sanomalla, että kuvitellaanko tässä että tämmöisellä budjetilla ja aikataululla ja näillä resursseilla ratkotaan suurin piirtein kaikki tierakennetekniikan ongelmat yhdessä projektissa. Samaten projektin pirstaleisuus herätti kummastusta ja epäiltiin, että pysyykö tämä hallinnassa.”

“Väliarviointi olisi ollut aivan välttämätöntä varsinkin, kun tilanne muuttui ohjelman aikana. Sitä esitettiin johtajille useita kertoja. Johto sai takuulla sellaista palautetta, että sen olisi pitänyt ottaa ohjelma kunnolla pohdintaan uudelleen.”

2.2.2 Tutkimusten toteuttajien valinta ja organisoituminen, yhteistyön toimivuus

Tutkimusorganisaatio oli ainakin ohjelman alkuvaiheessa liian raskas ja moniportainen. Ohjelman ohjaus oli liikaa VTT-painotteinen.

Ohjelmassa oli liian paljon osaprojekteja, mikä hämärsi fokusta ja muodosti kokonaisuudesta pirstaleisen. Se synnytti tyhjäkäyntiä ja tehotonta tutkimusta.

Konsultteja ja muita osapuolia mm. rakennusmateriaaliyrityksiä pyydettiin alkuvaiheessa mukaan ohjelmaan, mutta käytännössä yhteistyö ei kuitenkaan lähtenyt käyntiin ja verkottumista ei syntynyt toivotulla tavalla. Toisaalta tutkimustyön hajottaminen liian monelle eri taholle olisi saattanut heikentää mahdollisuuksia koordinoida hankkeita entisestään.

“Aika paljon hankkeista meni VTT:lle. Siitä tuli liikaa VTT-painotteinen ja ulkopuolista osaamista olisi voinut hyödyntää enemmän kuin nyt tehtiin.”

“Jälkikäteen arvioiden VTT:n puitesopimus oli tehty liian pitkäksi. VTT valitsi sitten omat alihankkijansa, vaikka niihin yritettiin alkuvaiheessa jonkun verran vaikuttaa. Toisaalta voi ymmärtää tällaisen tutkimushankkeen johtamista siinä mielessä, että on helpompi valita osatehtäville suorittajia omasta organisaatiosta.”

“Mahdollisuudet olisivat olleet hyvät, mutta mielestäni tässä ei onnistuttu. Yhteisyyttä ei syntynyt kunnolla VTT:n ja muiden instanssien kuten korkeakoulujen välillä, yksityisistä tahoista puhumattakaan. Surulliseksi tilanteen tekee vielä se, että VTT:n henkilöstövähennykset ovat kohdistuneet juuri siihen porukkaan, joka työskenteli TPPT:n asioissa.”

“Nämä irtisanotut henkilöt ovat pääsääntöisesti “oikeissa” töissä ja voivat viedä TPPT-sanomaa käytäntöön. Tämä on mitä parasta opitun käytäntöön saattamista. VTT:n tutkimuksen kannalta tilanne on harmillinen, mutta VTT:n yksi tehtävähän on kasvattaa henkilöitä käytännön työelämään.”

3. Infra-alan T&K-toiminnan ja kehityskulttuurin edistäminen

3.1 Infra-alan tutkimushankkeiden organisoimisessa ja toteuttamisessa esiintyneitä/esiintyviä ongelmia

Alalla ei ole mekanismia, jonka avulla yritykset saataisiin kattavasti mukaan rahoittamaan alan yhteisiä kehityshankkeita. Alan yrityskenttä on liian heterogeeninen. Jotta yritysten mielenkiinto saadaan herätettyä, pitää hankkeiden tuloksena olla markkinapotentiaalia tai muuta taloudellista hyötyä saavutettavissa.

“Perusongelma tässä yhteisessä kehittämisessä on yritysten saanti mukaan rahoitukseen. Osa yrityksistä ajattelee, että miksi pitäisi tulla mukaan, kun nämä muut rahoittaa ja saamme saman tien sen tuloksen omaan käyttöömme. Meillä on nyt useampia hankkeita, jotka kaatuvat tähän ongelmaan.”

“Kehityksen täytyy mennä sitä kautta, että pitää olla markkinaa, ei kukaan muuten pysty pistämään rahojaan siihen. Pitää edetä käytännön rakenteiden kautta ja pienissä kokonaisuuksissa niin, että kaikilla mukaan tulijoilla on suuri intressi siihen asiaan.”

“Infra-ala on hajautunut eikä ole vahvaa urakoitsijaa, jolla olisi kehitysasioiden vetämiseen kiinnostusta.”

“Maanrakennusalan T&K:hon ei ole päässyt syntymään kriittistä massaa.”

“Urakoitsija haluaa, että se T&K-panos on tullut kahdessa vuodessa takaisin. Jos se kestää kauemmin, niin ne eivät näytä sijoittavan mitään T&K:hon. Kunnat on niin köyhiä, että Helsingin kaupunki on oikeastaan ainoa, joka käyttää T&K-rahaa. Joko Tiehallinto tai Tekes joutuu maksamaan näitä tutkimuksia. Jos ei maksa, niin niitä ei tehdä.”

Tutkimuksia ja niiden tulospotentiaalia ei osata myydä yrityksille eikä yritysten/organisaatioiden sisällä.

“ASTOssa tehtiin itsestään selväksi se, että toimialat ja varsinaiset operatiivisessa johdossa olevat tulevat käyttämään tuloksia. Korkein johto totesi, että asioita ei ruveta edes kyseenalaistamaan. Tulokset pitäisi myydä siinä vaiheessa, kun tutkimusta viedään eteenpäin. Eri osapuolet pitäisi saada ymmärtämään ja kokemaan, että he ovat olleet mukana kehittämässä ja keksimässä. Sitä en ymmärrä miksei Tielaitoksessa menetelty näin vaan koko suunnittelupuoli oli ulkona tästä ohjelmasta.”

“Tutkimuslogiikan pitäisi olla sellainen, että jotkut asiat nostetaan tutkimuksen kuluessa keihäänkärkiasioiksi, joihin sitten satsataan voimakkaasti. Strategiaa pitäisi matkan varrella muuttaa. Toisaalta jos on jotakin sellaista, mikä ei näytä tuottavan tulosta, niin se pitää lopettaa.”

Erityisesti tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen toimesta generoitavat tutkimukset eivät aina kohtaa alan yritysten tarpeita.

“Infran kokonaisuuden kehittämisen näkemys valtakunnasta puuttuu.”

Alalla ei ole riittävästi asiantuntijoita ja tutkijoita. Meneillään olevan sukupolvenvaihdon ja pienentyvän koulutusvolyymin lopputuloksena asiantuntijoiden määrä vähenee entisestään.

“Meillä on ongelmana se, ettei Suomessa ole vahvaa tutkimusasiantuntijapuolta. Jos tämä ohjelma olisi hyvin onnistunut, niin se olisi tuonut myös meidän tutkijoita vahvasti esille.”

“Kyllä suurimpia riskejä tällä hetkellä on se, että asiantuntijavoimia ei ole enää hyödynnettävissä. Koska niitä ei osata hyödyntää yrityksissä, niin ei niitä hetken päästä ole ollenkaan.”

“Alalla on meneillään suuri sukupolven vaihdos, joka myös vaikuttaa kehitystyöhön.”

3.2 Julkisen sektorin tilaajien ja alan yrittäjien yhteistyön kehittäminen teknologian kehitystoiminnassa - Tiehallinnon rooli

Alalla vallitsee yleinen käsitys ja huoli siitä, että Tiehallinto jättäytyy pois teknologian kehittämisen koordinoinnista ja merkittävältä osin myös rahoittajan roolista. **Tiehallinnon ei kuitenkaan toivota jättävän keskeistä rooliaan alan kehitystoiminnan veturina.** Muutokset teknologiakehityksen uudelleen suuntaamisessa tulee toteuttaa asteittain, jotta tarpeellinen kulttuuri- ja asennemuutos alan yrityksissä saadaan syntymään. Tavoitteena olevaan T&K-vastuun siirtämiseen alan urakoitsijoille ei lyhyellä aikajänteellä uskota.

“Tiehallinnon pitäisi olla teknisessä kehityksessä paljon aktiivisemmin mukana. Niiden pitäisi todella käynnistää itse näitä hankkeita. Kyllähän Tiehallinnon pitäisi olla suurin rahoittaja useimmissa hankkeissa, jos näitä meinataan saada käyntiin. Jos isoin rakennuttaja ei ole mukana, kukaan ei viitsi lähteä siihen mukaan.”

“Kyllä tietynlaista veturin roolia Tiehallinnolta tarvitaan. Se on ainoa mahdollinen paikka hoitaa tierakentamisen kehitystoimintaa Suomessa.”

“Tiehallinnon ulostulo näissä asioissa pääjohtajan suulla on koettu liian jyrkäksi ja viesti on ollut, että he eivät ole enää kiinnostuneita tekniikasta. Minusta se antaa jotenkin negatiivisen kuvan. Ei sillä tavalla pitäisi tekniikkaa tyrmätä.”

“Tiehallinnon tehtävänä on ehdottomasti rahoittaa tutkimusta. Tiehallinnon kokonaisnäkemyks on välttämätön edellytys alan kehitystoiminnan tuloksellisuudelle. On vastuun välttämistä, jos Tiehallinto ei rahoita alan tutkimustoimintaa.”

“Epäilen, ettei Tiehallinnon T&K-politiikka ole oikea. Sellaista toimintamallia ei pystytäkään kehittämään, että urakoitsijat ottaisivat vastuuta T&K:sta.”

Liikenne- ja viestintäministeriön toivotaan ottavan vahvemman roolin alan tutkimustoiminnan koordinoimisessa ja rahoituksessa. Tieliikelaitoksen toi-

mina alan suurimpana urakoitsijana ärsyttää tunteella tavalla alan yrityksiä ja omalta osaltaan jarruttaa panostusta T&K-toimintaan ja sen kulttuurin muutoksia.

“Tiehallinto on hyvin selkeästi ilmoittanut, että kehitystoimintaa ei tulla enää merkittävässä määrin tekemään. Liikenneministeriö ei ole tuntunut olevan kovin halukas myöskään kehitystoimintaan panostamaan. He ovat sanooneet, että Tiehallinto hoitakoon asiat. Myös kuntien rooli tässä on hyvin keskeinen, joka itse asiassa urakoitsijakunnalle on monessa suhteessa vähintään yhtä iso kuin valtion rakentaminenkin.”

“Kyllä kokemukseni ovat nyt sellaiset, että tutkimus ja rahoitus pitäisi maanrakennusallalla siirtää LVM:n alaisuuteen. Se olisi ihan hyvä, jos se olisi siellä kuten muutkin tutkimusrahat. Jakaisin sen suoraan sieltä, mutta voi olla, että ne ovat yhtä vanhoillisia sielläkin. Tiehallinnon kautta kanavoitumisessa on sekä hyvää että pahaa. Aikaisemmin se oli hirveän hyvä. Jos Tiehallinto osaisi ottaa tässä paremmin isännän roolin, niin silloin tämä toimisi näinkin. Nythän Tiehallinto sanoo, että heitä ei kiinnosta, miten se tie on rakennettu vaan enemmän ne yhteiskunnalliset vaikutukset ja tarpeet.”

“LVM voisi valvoa koko infrasektorin hyvinvointia. Tätä tehtävää on yritetty työntää Tekesille, mutta sinne se ei kuulu.”

Alan yhteisten T&K-resurssien yhdistäminen ja yhteistyön kehittäminen eri sidosryhmien välillä ehdotetaan tehtäväksi esim. MANK:in koordinoimana. On ehdotettu erityisesti MANK:n liittämistä RT:n alaisuuteen ja alan yhteisen T&K-rahaston perustamista MANK:n koordinoitavaksi. Rahastoa voitaisiin kartuttaa esim. siirtämällä sinne tietty osa alan julkisten urakoiden arvosta (n. 1 %) ja jäsenyritysten palkkasummista.

“Yksi malli olisi tässä se, että mitä monessa maassa sovelletaankin, että julkishallinnon urakoista 1 prosenttia suunnataan kehitysrahaan, jota sitten hoitaa alan yhteinen instanssi, MANK tai joku vastaava. Tästä mallista on alalla yleisestikin hyvin myönteinen käsitys. Tällaisella toimintaperiaatteella vahvistettaisiin jatkuvuus. Ehdottoman tärkeänä pidän sitä,

että on joku MANK tai vastaava instanssi, jossa kaikki alan edustajat ovat edustettuina. Asiat eivät saa mennä VTT:n tai korkeakoulun tai Tiehallinnon peukalon alle vaan se raha on oltava jonkun yhteisjärjestön alla."

"Tämä ongelma pitäisi ratkaista jollain lailla rakenteellisesti. Yksi mahdollinen ratkaisu on se, että liittojen kautta kerättäisiin T&K-rahastoa, josta sitten käytetään yhteisten projektien rahoittamiseen teollisuuden osuuden mukaisesti varoja. Nythän tällaisia yhteisiä rahastoja ei ole olemassa. Jos ajatellaan vähän pitemmällä aikavälillä T&K-toimintaa, niin en näe oikein muuta vaihtoehtoa kuin että kerätään varoja alan T&K-rahastoon. Siinä pitäisi olla mukana sekä teollisuus, tilaajapuoli että julkinen sektori. Ruotsissa on tämäntyyppinen systeemi käytössä ja siellä maksetaan rahastoon joku prosentti työntekijöiden palkkasummasta eli isot yritykset maksaa enemmän kuin pienet."

"MANK on sellainen järjestö, että sen ympärille voitaisiin kehystöimintaa koordinoita. Sen pohjallahan on kaikki pääjärjestöt. On ajateltu, että MANK olisi jonkunlainen RT:n asiantuntijaelin ja sitä kautta myös TT:n alla. MANKin etuna on se, että se ei ole pelkästään insinöörien järjestö vaan siinä on ketju ihan sinne höylän käyttäjään saakka."

Mallia alan perustutkimuksen turvaamiseksi ei osata esittää. Se olisi korkeakoulujen tehtävä, mutta niillä ei ole rahoitusta tehtävän hoitamiseen. Alan keskeisten viranomaisien on tavalla tai toisella pyrittävä huolehtimaan riittävän perustutkimustason säilyttämisestä Suomessa.

"Urakoitsijat eivät ainakaan tee perustutkimusta."

"Periaatteessa tutkimustuloksista syntyvien hyötyjen tulisi kattaa perustutkimukseen sijoitetut panokset. Käytännössä liikenne- ja viestintäministeriö ja Tiehallinto ovat tässä asiassa tempelin harjalla."

"Tiehallinnon vetäytyminen teknisestä kehitystyöstä tulee tarkoittamaan käytännössä sitä, että perustutkimus romahtaa. Jo nyt on parin vuoden aikana nähtävissä, että perustutkimus

rapautuu. Yrityksiä ei kiinnosta kuin omat tuotteet ja niiden kehittäminen."

"Perustutkimuksesta pitää jollakin olla selvä vastuu."

"Tällä vauhdilla perustutkimus kyllä kuolee, jos ei tehdä jotakin. Jos perustutkimus jää hoitamatta, niin pohja pettää pidemmässä juoksussa, kun ei ole resursseja eikä ihmisiä enää työskentele alalla ja ekspertiisi puuttuu. Sitten tiputaan kärryiltä ja kansainvälinen osaaminen häviää. Me ollaan nyt menossa siihen suuntaan, spiraalia alaspäin. Meidän pitäisi nyt kääntää tämä uudella tavalla ylösalaisin ja ottaa siihen ote."

Tutkimusresurssien ylläpito ja kehittäminen edellyttää jatkuvaa tutkimuslaitoksien ja korkeakoulujen tutkimustoiminnan rahoittamista. Alalle on luotava VTT:n lisäksi 1-2 osaamiskeskusta tutkimusresurssien ja tutkimuksen tason varmistamiseksi. Työnjako eri osapuolten on pyrittävä sopimaan tarkoituksenmukaiseksi, jotta resurssit voidaan tehokkaasti hyödyntää.

"Alalla on vaikea pitää yllä tutkimusresursseja. Resurssien ylläpito vaatisi jatkuvaa rahoitusta tutkimuslaitoksille. Se ei tietenkään voi olla pelkästään Tiehallinnon harteilla. Infraohjelmassa pitää saada laajemmin mukaan eri tahoja. On saatava aikaan kohtuullinen jatkuva rahoitus, että tierakenteisiin liittyvä osaaminen pääsee jatkuvasti kehittymään Suomessa. On ehkä hyvä, että resursseja ei hajoteta liikaa. VTT on ihan selvä taho, missä osaamista kannattaa kehittää. Siellä on jo osaamiskeskittymä, jota ei saa päästää kuolemaan. Olisi hyvä, jos olisi joku toinen, ehkä kolmaskin keskittymä. Osaamiskeskittymä tarkoittaa, että on riittävästi tutkijoiden kriittistä massaa samassa paikassa. Siellä pitäisi olla 2-3 sellaista ydinosaajaa, jotka on todella huippuja joissakin asioissa ja heidän ympärillään on erilaisia assistentteja. Jatkuvuutta ei synny ohjelma- ja projektitoiminnalla, mitä ministeriössä ja Tiehallinnossa pyöritetään. Silloin syntyy herkästi tällainen katkeamispiste niin kuin tämän tutkimusohjelman kohdalla tapahtui. Mitä se tutkijaporukka tekee sitten niiden välillä."

Yritykset, jotka tekevät jo nyt jonkinlaista kehitystyötä, ilmoittivat pääsääntöisesti lisäävänsä panostusta T&K-toimintaan.”

”Kyllä me joudumme jatkossakin kasvattamaan T&K-toimintaamme. Ne alueet menevät yleensä yrityksissä parhaiten, jossa on omaa kehitystoimintaa. Liike-elämässä pitäisi olla askelen muita edessä ja se tarkoittaa, että jatkuvasti pitäisi hioa omaa osaamista ja työmenetelmiä.”

”Kyllä yrityksemme todennäköisesti kaksinkertaistaa resursseja T&K:ssa maanrakentamispuolella. Jos haluamme pysyä kilpailun kärjessä, meillä ei ole muita vaihtoehtoja. Yksi syy siihen on tietysti myös jatkuvasti kansainvälistyvä toiminta.”

”Emme aio panostaa lisää T&K:een.”

3.3 Infra-alan kehitysstrategian, teknologiaohjelman ja sen tavoitteiden tarkistustarve - Tekesin rooli

Jotkut haastatelluista ovat Infra-teknologiaohjelmaan ja sen tavoitteisiin suhteellisen tyytyväisiä. Monet esittävät kuitenkin voimakastakin kritiikkiä. Alan odotusten ja toteutuman välillä näyttää vallitsevan ristiriita. Useimpien mielestä Infra-teknologiaohjelmaa on arvioitava uudelleen, tarkistettava sen strategia, fokuoitava tavoitteet ja lisättävä hankkeiden konkretiaa.

”Näyttää siltä, että Tekesin tavoitteet ja periaatteet eivät ole sellaisia, että ne soveltuisivat sille tutkimus- ja kehitystoiminnalle, mitä tämä ala vaatii.”

”Arvioisin nyt uudestaan, mitä tässä on saatu aikaan ja mitä itse asiassa pitäisi saada aikaan. Sitten käynnistäisin projekteja niihin aukkoihin, mitä siellä on.”

”Kyllä nyt olisi varmasti syytä pysähtyä ja miettiä, mitä lähdetään jatkokehittämään ja mihin kannattaa satsata. Pitäisi valikoida ne, joihin satsataan ja viedä ne mahdollisimman konkreettiselle tasolle, etteivät ne jää analyysiksi ja esiselvityksiksi vaan päästäisiin tuloksiin ja tavoitteisiin, mitä todella ollaan haettu. Helposti rahat menee analyysihin ja sen miettimiseen,

mitä pitäisi tehdä. Pudottaisin valikoiden jostakin pois ja keskittyisin niihin, missä on mahdollisuuksia.”

Infra-teknologiaohjelman strategiset hankkeet eivät ole joidenkin haastateltujen mielestä määritelty riittävän tarkasti. Jokainen esittää omia projektejaan eri aihepiireihin liittyen ja usein ne jäävät irrallisiksi hankkeiksi. Jotkut hankkeet kohtaavat strategiset tavoitteet, jotkut eivät. Teknologiaohjelmien tuloksellisuuden lisäämiseksi pidetään yleisemminkin tärkeänä asiana, että kunkin aihepiirin alla määritellään ne ydinprojektit, joiden toteuttaminen on edellytyksenä strategisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Kun projektit on määritelty, sitten suunnitellaan niiden toteutustapa ja haetaan tekijät.

”Tekesin infraohjelma ei tuota niitä hankkeita, mitä me nähdään tärkeinä alalle. Siinä on muutama hyvä hanke kyllä menossa, mutta ohjelmasta puuttuu strategia. Sekin on ole-massa, mutta mitkä ovat strategiset hankkeet, niin niitä ei ole erityisesti identifioitu vaan jokainen esittää omia projektejaan joihinkin aihepiireihin liittyen ja ne jää irrallisiksi. Mielestäni ensin pitäisi tällaisissa ohjelmissa määritellä keskeiset ydinprojektit, mitkä pitää saada aikaan, jotta tavoitellut tulokset saadaan synnytettyä ja hakea sitten näihin ydinprojekteihin tekijät. Nyt se on päinvastoin, ja laajoihin kehikkoihin saadaan yksittäisiä projekteja, jotka joskus kohtaavat, joskus ei. Mutta siitä ei synny toivottua synteisiä.”

”Suurin ongelma näissä tutkimusohjelmissa, joka on EU:nkin tasolla todettu, on se että haetaan liikaa sateenvarjomaisia ohjelmia, jotka sitten muodostuu palapeleiksi. Tehdään yhtä palasta ja ollaan tyytyväisiä, kun saadaan se loppuun. Sitten jatketaan toista palasta. Vaikka näiden pitäisi sitten kuulua sateenvarjon alle, niin ne ei kokonaisuutena tuotakaan sitä toimivaa ratkaisua, mihin pyritään. Se on vähän sama kuin jos yksi kehittää moottoria siellä ja toinen autoa tuolla ja kolmas it-teknikkaa täällä ja sitten lähettää ne johonkin ja pyytää pistämään kasaan. Se voi olla, ettei se ihan toimikaan ja tässä on paljon sitä samaa.”

Infra-alalla tarvitaan kehitystyön toteuttamiseksi usein koerakentamista. Koska koerakentamisen

rahoittaminen ei ole Tekesin toimintaperiaatteiden mukaista, on tästä syntynyt hankkeita jarruttava tekijä. Asiaan toivotaan Tekesiltä tarkoituksenmukaisia linjatarkistuksia.

“Yksi ongelma on ollut myös tämä koerakentaminen. Maanrakentamisessa on pakko kokeilla käytännössä tuotantotekniikan kanssa, toimiiko ratkaisu vai ei. Kun Tekes ei sitä tue, se vaikeuttaa kehittämistä. Pitäisi nähdä, että koerakentaminen on osa ketjua, jossa kehitetään uusia tuotteita. Tarvitaan joku mekanismi, jolla päästään tekemään fiksulla tavalla koerakentamista.”

“Tekesin pelisäännöillä ei tämän alan kehitystoimintaa pystytty tekemään, koska koerakentaminen ja yleensä siihen liittyvä toiminta on hyvin keskeinen osa kehittämistä.”

Infra-teknologiaohjelmassa olisi haastateltujen mielestä pitänyt nopeammin käynnistää hankintamenettelyjen kehitystyö, koska hankintakäytäntöjen muutokset heijastelevat muun kehitystyön sisältöön.

“Hetimit ensimmäiseksi olisi pitänyt käynnistää hankintamenettelyprojekti ja luoda uusi hankintatapa ja siihen puitteet. Niiden jälkeen voitaisiin lähteä detaljitasolle katsomaan, mitä projekteja lähdetään tekemään ja minkälaisia pilotteja tarvitaan ja miten tuotekehitys nivoutuu tähän ja tuotehyväksyntäkonsepti rakennetaan. Pitäisi tietää, että jos uutta tuotetta tarjotaan, niin mitä tietoa pitää olla etukäteen siitä ratkaisusta. Nyt vasta tällaisia projekteja mietitään, vaikka ne olisi pitänyt heti ensimmäisenä käynnistää. Tällaisia strategisia projekteja olisi pitänyt heti käynnistää.”

Monet haastatelluista esittävät kritiikkiä Tekesin hankekäsittelysystematiikkaa kohtaan Infra-teknologiaohjelmassa.

“Ohjelma on kokonaisuutena käynnistynyt ihan hyvin, mutta on varmasti alastakin kiinni, että meillä on ollut vaikeuksia Tekesin kanssa määritellä sitä, mitä Tekesin pitäisi tukea ja minkälaisia projekteja meillä pitäisi olla. Yksisyy tähän on varmasti se, että kun ala ei ole tottunut tutkija ja tuotekehittäjä, niin me ei osa-

ta asioita ja Tekeshän on kuitenkin alan ammattilaisia.”

“Tekesin päätöksenteko kestää hirveän kauan. Ja kun urakoitsijat kuulee, ettei tule rahaa kuin kolmasosa, sitten ne jahkaavat ja miettivät eivätkä lähde mukaan. Sitten yritetään muuttaa tutkimussuunnitelmia, että saataisiin enemmän rahaa. Se prosessi vie aikaa ja päätöksenteko kestää hirveän kauan.”

“Tehtiin valtavasti työtä tässä esisuunnittelussa, mitä pitäisi saada aikaan ja sitten kun hanketasolle piti päästä, niin sitten alkoi kiivas keskustelu Tekesin kanssa. Minulle ei ole vieläkään selvinnyt, miten meidän pitäisi toimia tai miksi ne asiat eivät menneet siten kuin olisi pitänyt mennä. Tämä ei ole yksinomaan minun mielipide vaan laajemminkin muiden käsitys.”

“Tekesin ohjelmassa tavoiteasetanta tehtiin erittäin järkevällä tavalla, mutta toteutus tökkii.”

3.4 Kansainvälisen yhteistyön merkitys infra-alan T&K-toiminnalle

Käytännössä kaikki haastatellut pitivät kansainvälistä yhteistyötä tutkimustoiminnassa hyödyllisenä ja suotavana. Kansainvälisen yhteistyön toimivuuden kannalta on oleellista, että tietoa siirtyy molempiin suuntiin.

Minnesotan yhteistyötä pidettiin yleisesti ottaen hyödyllisenä, mutta siinä nähtiin myös tehottomuutta. Yhteistyön tavoitteet eivät olleet kaikkien mielestä riittävästi mietitty.

“Ruotsissa on samanlainen ilmasto, maaperä ja rakennemateriaaliolosuhteet. Jos mennään Norjaan ja Tanskaan, niin se on jo toisentyypistä. Ruotsalaisten kanssa kannattaisi yhteistyötä jopa tiivistää. Myös Minnesotan yhteistyötä kannattaa jatkaa, koska taustalla on Transport Research Board eli siellä on vielä laajempaa tietoa. Minulla on erittäin positiivinen kuva tämän boardin toiminnasta ja amerikkalaisesta systeemistä, systemaattisuudesta ja tekemisistä.”

“Kansainvälinen yhteistyö on ehdottomasti hyödyllistä tiedon siirtämiseksi ja jakamiseksi

yli rajojen. Henkilökohtaiset asiantuntijakontaktit edesauttavat osallistumaan kansainvälisiin tutkimushankkeisiin.”

“Jos jotakin haluaa saada, on myös itse annettava jotakin.”

“Hirveästi on Minnesotasta dataa kerätty, jota voisi mahdollisesti hyödyntää huomattavasti

enemmän. Tällainen yhteistyö hallinnollisella tasolla on kivaa, mutta tutkimuksellinen hyödyntäminen on mun mielestä jäänyt. Voi olla, että sitä on tehty, mutta en ole siitä tietoinen. Itse näen, että siinä on hirveän suuri mahdollisuus. Minnesota on yksi suurimpia yhteistyöhankkeita ja on hyvä, että suhteet on olemassa.”

4. Yhteenveto ja johtopäätöksiä

Haastateltujen asiantuntijoiden käsitykset Tierakenteiden tutkimusohjelman tuloksellisuudesta vaihtelevat voimakkaastikin riippuen erityisesti haastateltavan roolista ohjelman toteuttamisessa. Perusosaamisen ja tietämyksen tierakenteista ja niiden suunnittelusta koetaan kuitenkin kasvaneen ohjelman ansiosta. On syntynyt suuri määrä tietoa, josta alan sidosryhmät eivät vielä tiedä riittävästi.

Useimpien haastateltujen mielestä ohjelman tulokset ovat kuitenkin korkeintaan kohtalaiset, erityisesti tehtyyn panostukseen verrattuna. Monilta osin tutkimusten koetaan jääneen kesken. Heikot tulokset erityisesti vaurioitumismallien kehittämisessä koetaan suurimmaksi epäonnistumiseksi. Ohjelman keskeisenä tavoitteena ollut osaamisen kehittäminen elinkaari päätöksentekoon ei toteutunut.

Tavoitteiden määrittelyyn on suurissa tutkimus- ja kehitysohjelmissa kiinnitettävä erityistä huomiota. Jos ohjelma on suuri, tulee asettaa myös konkreettisia osatavoitteita ja jakaa ohjelma tarkoituksenmukaisiin osakokonaisuuksiin ja vaiheisiin. Pitkissä ohjelmissa on välttämätöntä arvioida tavoitteita kriittisesti ohjelman kuluessa uudestaan. Riittävän perusteelliset esiselvitykset ennen ohjelman käynnistämistä ovat itsestään selvyyttä ja välttämätön edellytys tavoitteiden realistisuuden ja tuloksellisuuden varmistamiseksi.

Ohjelman johtamisen osalta ei ole välttämättä olemassa yhtä ja oikeaa mallia. Liian moniportaista ja raskasta ohjausorganisaatiota tulee kuitenkin välttää. Se heikentää dynaamista ohjausta ja reagointiherkkyyttä muutostarpeiden ilmaantuessa. Sekä tutkimuksen teettäjän puolella että tekijäorganisaation puolella on oltava yksi aktiivinen vastuhenkilö, joka myös riittävästi tuntee tutkimusalueen substanssia.

Väliarviointien tekeminen on pitkissä ohjelmissa välttämätöntä. Tarvittaessa ohjelman tavoitteita, sisältöä ja toteutustapaa on rohkeastikin muutettava väliarviointien pohjalta.

Tutkimustulosten tehokas hyödyntäminen edellyttää aina implementointisuunnitelman laatimista. Pitkän ohjelman aikana olisi suotavaa, että tulok-

sia otetaan käyttöön ja järjestetään koulutusta ohjelman kuluessa. Tutkimusraporttien kautta tieto leviää varsin huonosti. Tuloksia voidaan tehokkaasti käyttää hyväksi mm. niiden pohjalta kehitettyjen mitoitusohjelmien, ohjeiden ja standardien muodossa. Pilottiprojektit koetaan hyvänä tapana viedä tuloksia käytäntöön.

Infra-alalla ei ole mekanismeja, jonka avulla yritykset saataisiin kattavasti mukaan rahoittamaan alan yhteisiä kehityshankkeita. Alan yritys kenttä on liian heterogeeninen. Jotta yritysten mielenkiinto saadaan herätettyä, pitää hankkeiden tuloksena olla markkinapotentiaalia tai muuta selkeää taloudellista hyötyä saavutettavissa. T&K-toimintaan osallistumalla yritykset voivat nostaa henkilökuntansa osaamistasoa ja myös lisätä motivaatiota.

Alan yhteisten T&K-resurssien yhdistäminen ja yhteistyön kehittäminen eri sidosryhmien välillä ehdotetaan tehtäväksi esim. MANK:in koordinoimana. On ehdotettu erityisesti MANK:n liittämistä RT:n alaisuuteen ja alan yhteisen T&K-rahaston perustamista MANK:n koordinoitavaksi. Rahastoa voitaisiin kartuttaa esim. siirtämällä sinne tietty osa alan julkisten urakoiden arvosta (n. 1 %) ja jäsenyritysten palkkasummista. Tästä ehdotuksesta ja yleisemminkin infra-alan yhteisen tutkimus- ja kehitystoiminnan edistämisestä tulee alan sisällä esim. sen eri järjestöjen piirissä käydä keskustelua ja työstää esitettyjen ajatusten pohjalta konkreettinen toimintamalli.

Tiehallinnon ei toivota jättävän keskeistä rooliaan alan kehitystoiminnan veturina. Muutokset Tiehallinnon teknologiakehityksen uudelleen suuntaamisessa tulee toteuttaa asteittain, jotta tarpeellinen kulttuuri- ja asennemuutos alan yrityksissä saadaan syntymään. Tavoitteena olevaan T&K-vas-
tuun siirtämiseen alan urakoitsijoille ei lyhyellä aikajänteellä uskota.

Liikenne- ja viestintäministeriön toivotaan ottavan vahvemman roolin alan tutkimustoiminnan koordinoimisessa ja rahoituksessa. Alan keskeisten viranomaisten on tavalla tai toisella pyrittävä huolehtimaan riittävän perustutkimustason säilyttämisestä Suomessa, joka on nykykehityksen valossa vaarassa kuihtua kokonaan.

Asiantuntijoiden ja ammattitaitoisten tutkijoiden puutteen pelätään jarruttavan alan tulevaa T&K-toimintaa. Meneillään olevan sukupolvenvaihdon ja pienentyvän koulutusvolyymin lopputuloksena tilanne on pahenemassa. Tutkimusresurssien ylläpito ja kehittäminen edellyttää jatkuvaa tutkimuslaitoksien ja korkeakoulujen tutkimustoiminnan rahoittamista. Alalle on luotava VTT:n lisäksi 1-2 osaamiskeskusta tutkimusresurssien ja tutkimuksen tason varmistamiseksi. Niiden työnjako on sovittava tarkoituksenmukaiseksi. Perustutkimusvalmiuksien ohella tutkimusyksiköillä tulee olla nykyistä paremmat valmiudet asiakaslähtöiseen tuotekehitykseen ja tutkimustoimintaan.

Jotkut haastatelluista ovat Tekesin Infra-teknologiaohjelmaan ja sen tavoitteisiin suhteellisen tyytyväisiä. Monet esittävät kuitenkin voimakastakin kritiikkiä. Alan odotusten ja toteutuman välillä näyttää vallitsevan ristiriita. Useimpien mielestä Infra-teknologiaohjelmaa on arvioitava uudelleen, tarkistettava sen strategia, fokusoitava tavoitteet ja lisättävä hankkeiden konkretiaa.

Infra-alalla tarvitaan kehitystyön toteuttamiseksi usein koerakentamista. Koska koerakentamisen rahoittaminen ei ole Tekesin toimintaperiaatteiden mukaista, on tästä syntynyt hankkeita jarruttava tekijä. Asiaan toivotaan Tekesiltä tarkoituksenmukaisia linjatarkistuksia. Haastatellut kritisoivat myös Tekesin hankekäsittelyn byrokratiaa.

Tutkimus- ja teknologiaohjelmien tuloksellisuuden lisäämiseksi pidetään tärkeänä, että kunkin ohjelman strategisen aihepiirin ja painopisteen alla määritellään ne ydinprojektit, joiden toteuttaminen on edellytyksenä strategisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Kun projektit on määritetty, sitten suunnitellaan niiden toteutustapa ja haetaan tekijät.

Suomen ilmasto, maaperä ja rakenneolosuhteet ovat niin poikkeavia muiden maiden olosuhteista, että omaa infra-alan tutkimustoimintaa tarvitaan Suomessa. Ideoita on saatavissa muualtakin, mutta niiden implementointi Suomen olosuhteisiin vaatii yleensä aina omaa T&K-työtä.

Seuraavien asioiden jatkotutkiminen ja kehittäminen nähdään tarpeelliseksi:

- Vaurioitumismallit ja kestojen määrittäminen
- Elinkaarimitoitus ja -päätöksenteko
- Alan ohjelmistojen jatkokehitys
- Toimintamalli paikan päältä mitattavan materiaali- ja rakennetiedon hyödyntämiseksi suunnittelussa.
- Havainto- ja koeteistä saatavan tutkimustiedon hyödyntäminen.
- Menetelmätutkimus
- Stabiloitimenetelmät
- Väsymiskestävä tierakenne
- Uusio- ja kierrätysmateriaalit
- Riskienhallinta

5. Liitteet

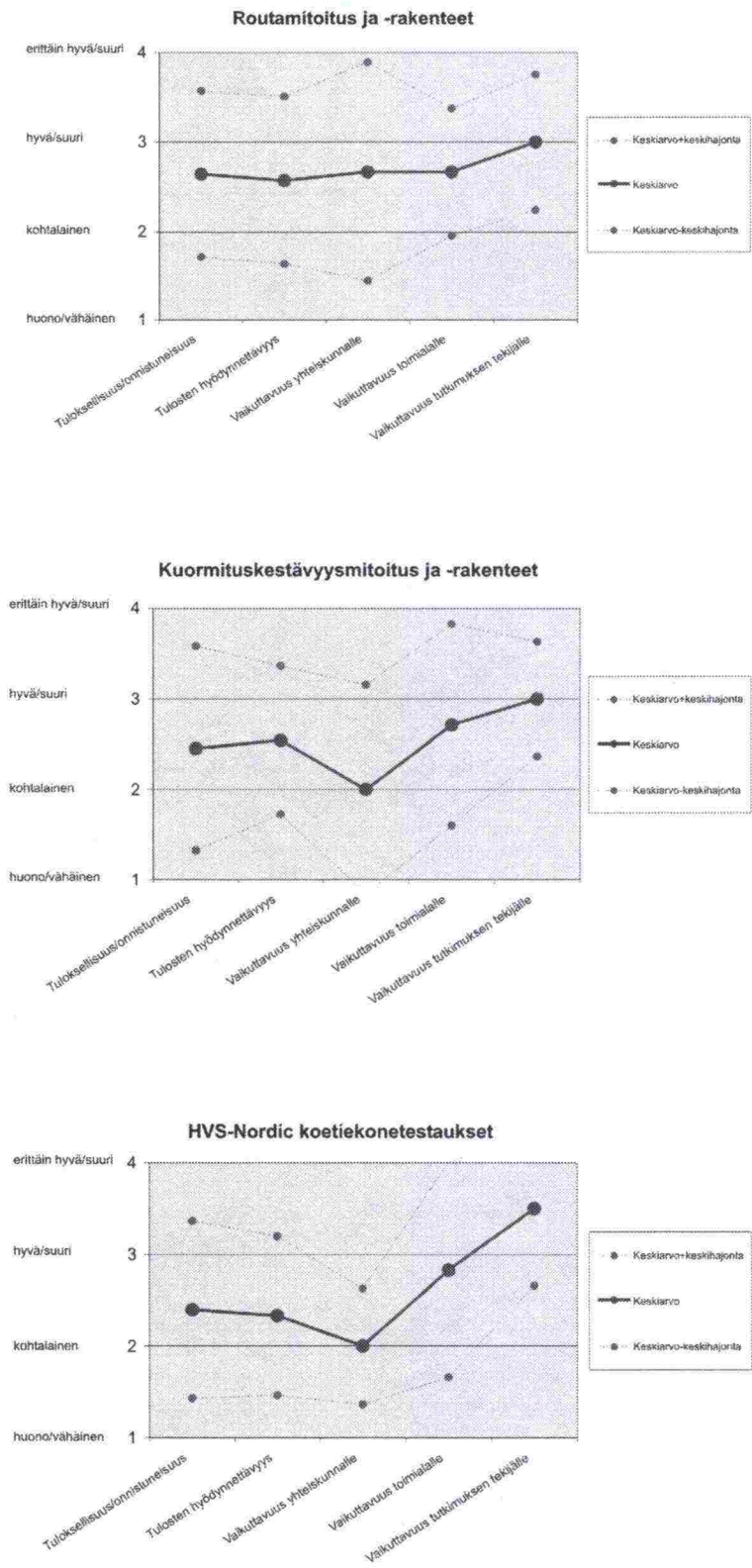
Haastatellut henkilöt

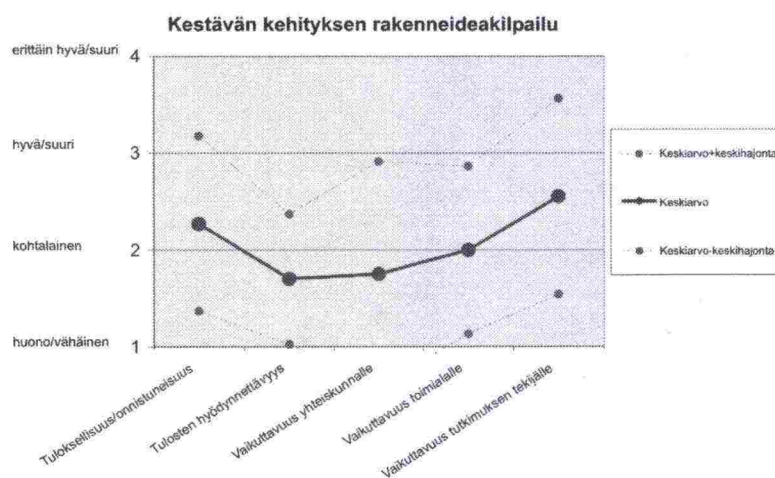
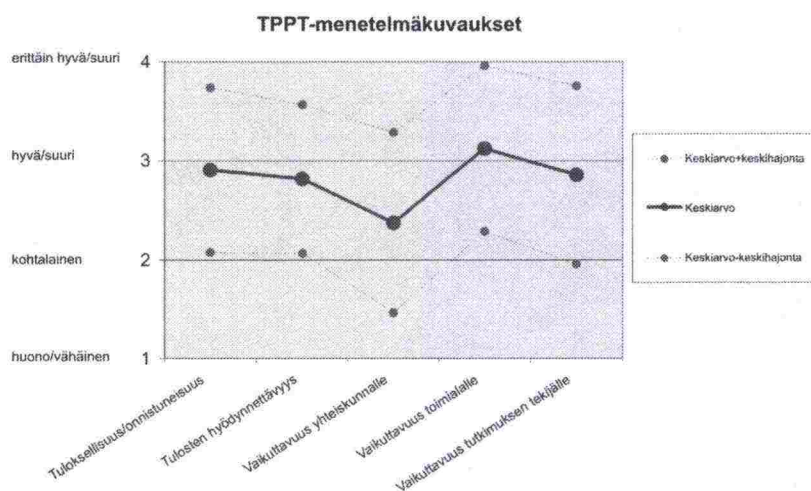
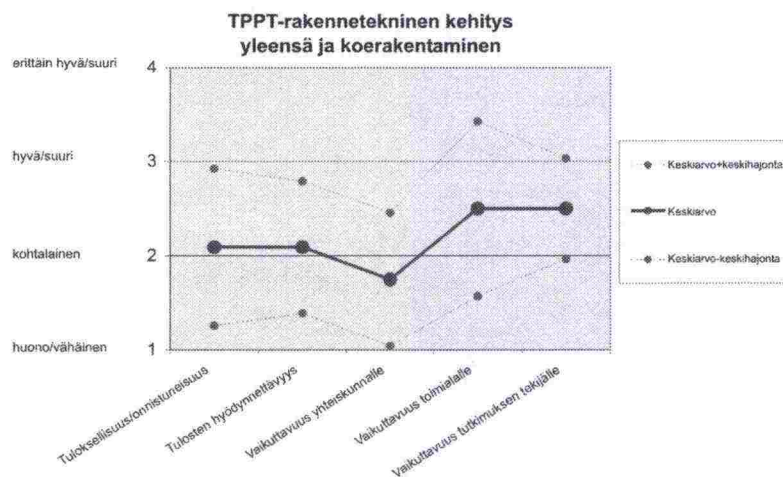
TEKES	Tom Warras	
LVM	Martti Mäkelä	
Tiehallinto	Kari Lehtonen	
	Pentti Salo	
	Pekka Kontiala	U –piiri
	Pauli Velhonoja	
Urakoitsijat	Vesa Laitinen	Lemminkäinen
	Marko Heino	YIT
Antti Piirainen	Tieliikelaitos	
	Heikki Jämsä	ASLI
Materiaalituottajat	Lauri Kivekäs	Lohja Rudus
Konsultit/suunnittelijat	Kimmo Fischer	SITO
	Harri Mäkelä	Innogeo
	Jaakko Heikkilä	Viatek
Tutkijat/opetus	Esko Ehrola	TKK
Muut	Matti-Pekka Rasilainen	HKR
	Osmo Koskisto	
	Matti Huhtala	
	Jussi Kauppi	Kuntaliitto
Projektin ohjaus	Markku Teppo	Tiehallinto
ja toteutus	Aarno Valkeisenmäki	Tieliikelaitos
	Asko Saarela	AKTE
	Markku Tammirinne	VTT

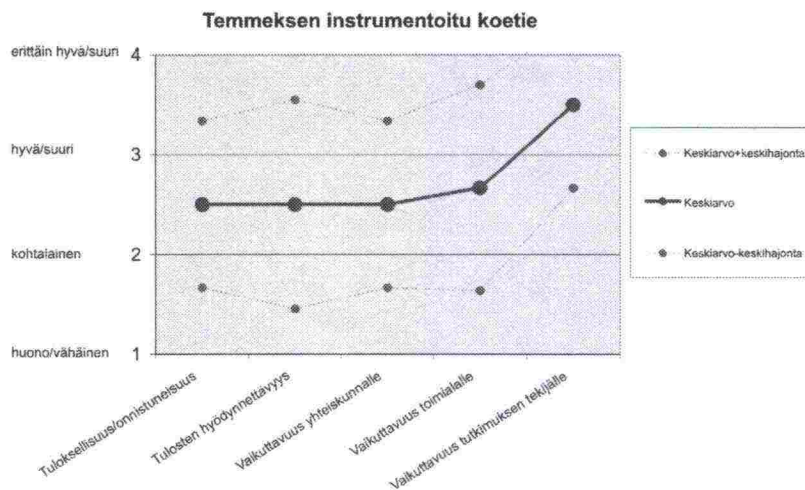
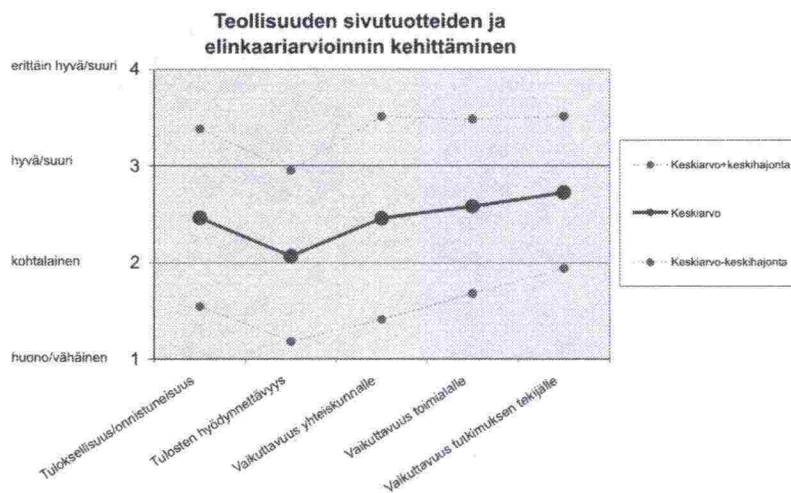
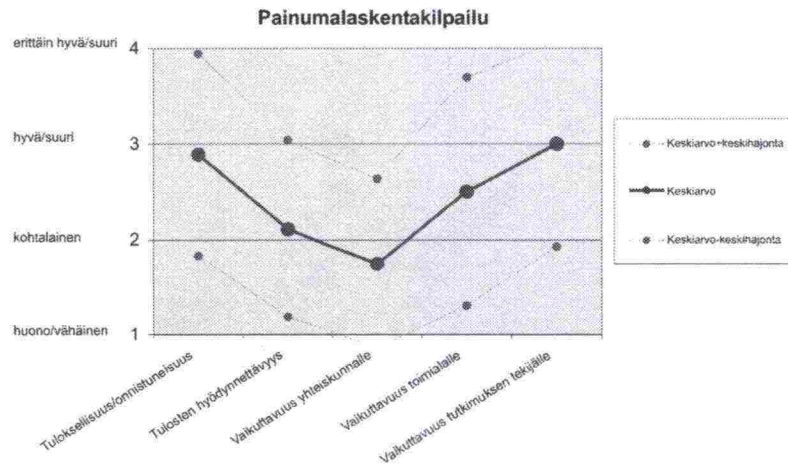
Haastatteluiden lisäksi seuraavat henkilöt vastasivat kirjalliseen arviointikyselyyn:

Tiehallinto	Arvo Lähde	V-piiri
Konsultit/suunnittelijat	Mikko Leppänen	Viatek
	Taina Rantanen	A-tie
	Timo Saarenketo	Roadscanners
Tutkijat/opetus	Pauli Kolisoja	TTKK
	Rauno Turunen	Oulun AMK
	Jouko Belt	OY
	Harri Spoof	VTT
	Sami Petäjä	VTT

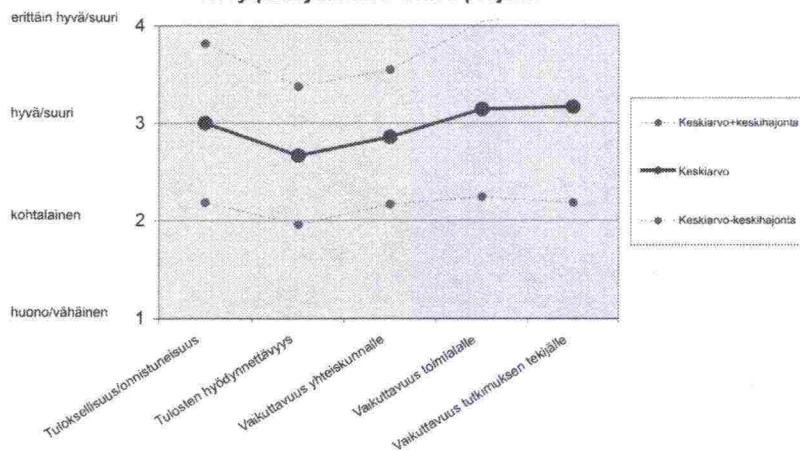
Haastateltujen henkilöiden arvio Tierakenteiden tutkimusohjelman osaprojekteista asteikolla 1-4.



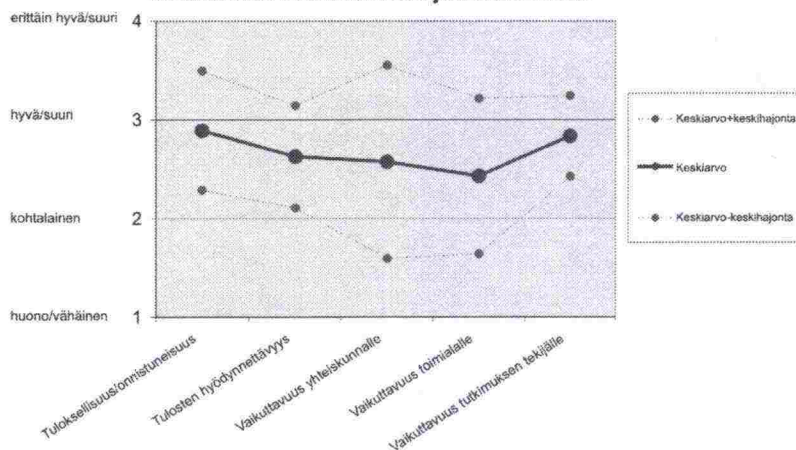




Kevytpäällysteisten teiden projekti



Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto



ISBN 951-726-965-X
ISSN 1457-9871
TIEH 3200789